



**RODRIGO MIGUEL
SANTOS MARQUES**

**SISTEMA DE APOIO À DECISÃO COM BASE NUMA
FERRAMENTA DE BUSINESS INTELLIGENCE: UMA
APLICAÇÃO NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0**



**RODRIGO MIGUEL
SANTOS MARQUES**

**SISTEMA DE APOIO À DECISÃO COM BASE NUMA
FERRAMENTA DE BUSINESS INTELLIGENCE: UMA
APLICAÇÃO NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Ana Maria Pinto de Moura, Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismos da Universidade de Aveiro, e coorientação da Professora Doutora Leonor da Conceição Teixeira, Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha família, amigos e professores que me acompanharam ao longo deste percurso académico e pessoal. O vosso apoio foi fulcral para enfrentar todos os desafios e perseguir os meus sonhos.

o júri

presidente

Prof.^a Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre
Professor Auxiliar, Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Fernando Joaquim Lopes Moreira
Professor Catedrático, Departamento de Inovação, Ciência e Tecnologia da Universidade
Portucalense

Prof.^a Doutora Ana Maria Pinto de Moura
Professor Auxiliar, Universidade de Aveiro

agradecimentos

O presente relatório de projeto é o resultado de um longo percurso académico e pessoal, durante o qual múltiplas pessoas e instituições deram um enorme contributo para a minha formação enquanto pessoa e cidadão, pelo que a todos manifesto o meu apreço e gratidão pelo apoio e por terem feito parte de todo o processo. Sem pretender ser injusto, neste meu agradecimento, por não incluir outras pessoas e entidades que merecem toda a minha consideração pelo acompanhamento que me proporcionaram ao longo dos anos, pretendo fazer um agradecimento especial a todos aqueles que contribuíram diretamente para a realização deste relatório de projeto. Este é fruto de inúmeras horas de trabalho, dedicação e superação que só foi possível graças à participação incansável de todas as seguintes partes, às quais expresso toda a minha gratidão:

Ao Super Bock Group por possibilitar e me dar um voto de confiança para a participação neste projeto. A todas as pessoas que trabalham nesta organização, deixo um enorme agradecimento por me terem feito “vestir a camisola” desde o primeiro dia. Muitos desafios e dificuldades se encontraram, mas o forte espírito de equipa, de resiliência e de paixão pela entidade e instituição que representam, possibilitou a sua superação. Neste sentido, sem toda a vossa ajuda, o resultado deste projeto não seria possível.

À Andreia, à Inês e à Sofia, da equipa de Processos e Excelência Operacional (PEO), quero fazer um agradecimento incondicional pela forma como me integraram na equipa e sempre me apoiaram nos momentos mais difíceis. Foram muitas as dificuldades e horas que partilhámos juntos, mas a vossa entrega e ajuda foram incansáveis para conseguirmos levar este projeto a bom porto.

À Maria Manuel Dantas, diretora do PEO, gostava de deixar um agradecimento especial pela fantástica oportunidade e aprendizagem que me proporcionou com este projeto. Expresso, ainda, um enorme sentimento de gratidão por toda a confiança que depositou em mim.

Ao Instituto Aquila e, em especial, à Cláudia, ao Dante, ao Eliel e à Mariana, pelo incansável trabalho que desenvolvemos em conjunto e por toda a aprendizagem que me proporcionaram, o meu muito obrigado por todo o apoio prestado.

À Ana Bela, ao Pedro e ao Emanuel, da equipa de enchimento/produção, manifesto a minha gratidão por todos os fantásticos desafios que me colocaram, levando-me a ambicionar sempre mais. O vosso contributo foi importantíssimo para a minha aprendizagem.

À Universidade de Aveiro e, em especial, à Prof.^a Doutora Ana Moura e à Prof.^a Doutora Leonor Teixeira, pelo incansável apoio, dedicação e orientação na elaboração do presente trabalho, contribuindo para o enriquecimento do mesmo. Agradeço todos os desafios e oportunidades que me proporcionaram.

À minha família e amigos, deixo um enorme agradecimento pela forma incansável como me apoiaram em todos os momentos ao longo destes anos, estando sempre presentes nas situações mais difíceis. Em especial, aos meus pais, que sempre me fizeram acreditar e perseguir os meus sonhos, possibilitando-me os mesmos e inculcando-me sempre um forte sentido de responsabilidade, visão e ambição.

Muito obrigado a todos! Este trabalho não é resultado do um esforço e empenho individual, mas sim, do trabalho conjunto de todas estas pessoas.

palavras-chave

Business Intelligence, Tomada de Decisão, Indústria 4.0, Power BI, Sistemas de Informação.

resumo

O notável crescimento tecnológico das sociedades tem permitido desenvolver novos sistemas produtivos que pretendem oferecer uma resposta mais rápida e eficiente ao cliente, visando aumentar a competitividade das organizações. Atualmente, com o surgimento da Indústria 4.0 e de todas as tecnologias a si associadas, as organizações conseguem captar e armazenar um enorme volume de dados, que representam um recurso valioso e estratégico para a gestão de qualquer empresa. No entanto, para se extrair o verdadeiro valor informativo dos dados, é necessário dar-lhes significado através do seu processamento e, posteriormente, disponibilizar todo o manancial de informação às entidades que dela necessitam. É neste contexto que o presente projeto se insere, tendo como objetivo a consolidação de um conjunto de indicadores organizacionais que permitem melhorar a gestão e a transmissão das informações e, por conseguinte, melhorar o processo de tomada de decisão. Para o efeito, foi criada uma plataforma de *Business Intelligence* com recurso ao Microsoft Power BI, cujo processo de desenvolvimento e resultados alcançados serão descritos no presente trabalho.

keywords

Business Intelligence, Decision Making, Industry 4.0, Information Systems, Power BI.

abstract

The remarkable technological growth of societies has allowed the development of new production systems that intend to offer a faster and more efficient response to the client, aiming to increase the competitiveness of the organizations. With the emergence of Industry 4.0 and all the technologies associated with it, organizations are able to capture and store an enormous volume of data that represent a valuable and strategic resource for the management of any company. However, to extract the true informative value from data, it is necessary to give them a meaning through their processing and, subsequently, make all the information obtained available to the entities that need it. In this sense, this project aims the consolidating of a set of organizational indicators that allows the improvement of the transmission of information and, therefore, the improvement of the decision-making process. For this purpose, a Business Intelligence platform was implemented using Microsoft Power BI, whose development process and results achieved will be described in this work.

Índice

Lista de Figuras	ii
Lista de Tabelas	iii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	iv
1. Introdução	1
1.1. Contextualização e objetivos do trabalho	2
1.2. Abordagem metodológica	3
1.3. Estrutura do trabalho.....	4
2. Estado de arte	5
2.1. Os dados, a informação e a gestão do conhecimento	5
2.2. O surgimento da Indústria 4.0 e suas implicações.....	8
2.2.1. A integração das organizações no contexto da I4.0	9
2.2.2. A relação entre o CPS, a IoT e os sistemas de Informação (SI)	10
2.2.3. <i>Big Data</i>	11
2.2.4. A relação entre <i>Business Analytics</i> (BA) e <i>Business Intelligence</i> (BI)	12
2.2.5. Microsoft Power BI	14
2.2.6. <i>Business Process Management</i> (BPM).....	16
2.3. O <i>Lean Thinking</i> e a Gestão de Informação	17
2.3.1. Sobre o <i>Lean Thinking</i>	18
2.3.2. <i>Lean Information Management</i>	20
2.3.3. Estudo de caso – aplicabilidade do LIM a um contexto organizacional	24
3. Caso prático: desenvolvimento de uma solução de <i>Business Intelligence</i> , com base no Power BI, para o apoio à decisão.....	27
3.1. Jornal de Bordo	27
3.2. Sistema de Apoio à Decisão com base no Microsoft Power BI	30
3.2.1. Arquitetura do sistema	30
3.2.2. Implementação das árvores de indicadores no Microsoft Power BI	34
3.2.3. Atualização e manutenção do sistema	42
3.2.4. Realização de formações para a utilização do sistema implemento	45
3.3. Apresentação dos resultados.....	45
4. Conclusões, limitações e trabalho futuro	51
Referências bibliográficas.....	53
Anexos	59
ANEXO A – Processo de atualização dos ficheiros.....	60
ANEXO B – Processo de alteração das visões e indicadores dos relatórios de dados	63

Lista de Figuras

Figura 1 - Modelo DIKW (Adaptado de (Ackoff, 1989)).....	6
Figura 2 - Processamento da informação humana (Adaptado de (Sato & Huang, 2016)).....	7
Figura 3 - Modelo KID (Adaptado de (Sato & Huang, 2016))	7
Figura 4 - Tipos de integração organizacional (Adaptado de (S. Wang et al., 2016))	9
Figura 5 - Funcionamento da ferramenta de BA no contexto organizacional (Adaptado de (Hindle, Kunc, Mortensen, Oztekin, & Vidgen, 2020)).....	13
Figura 6 - Fluxo de funcionamento do Microsoft Power BI (Adaptado de («Microsoft Power BI Guided Learning», 2020)).....	15
Figura 7 - Visões para a modelação de um relatório de dados no Power BI Desktop (Adaptado de («Microsoft Power BI Guided Learning», 2020)).....	16
Figura 8 - Analogia entre um modelo de fluxo de valor aplicado a um sistema produtivo e a um modelo de um sistema de gestão de informações (Adaptado de (Hicks, 2007))	21
Figura 9 - Sistema de interação entre funções existente na AUTOFirm (Adaptado de (Bevilacqua et al., 2015)).....	25
Figura 10 - O novo sistema de interação entre funções – integração do sistema (Adaptado de (Bevilacqua et al., 2015)).....	25
Figura 11 - Inserção de um novo JB.....	29
Figura 12 - Fluxo de informação entre os diferentes níveis hierárquicos do Super Bock Group.....	31
Figura 13 - Arquitetura da Árvore de Ambiente (Nota: por forma a garantir confidencialidade dos dados, foram ocultados os nomes dos indicadores).....	34
Figura 14 - Importação e transformação de uma tabela de dados, em Power BI	37
Figura 15 - Estabelecimento da relação entre duas tabelas de dados.....	38
Figura 16 - Modelo de dados implementado para a Árvore de Ambiente	39
Figura 17 - Conteúdo da tabela central.....	40
Figura 18 - Árvore de Ambiente	47
Figura 19 - Visão detalhada da Árvore de Ambiente	48
Figura 20 - Árvore de Ambiente	49

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Principais diferenças entre BI e BA (Adaptado de (Sorensen, 2020))	14
Tabela 2 - Analogia entre os sete desperdícios associados aos sistemas de produção <i>lean</i> tradicionais e os desperdícios identificados nos sistemas de gestão da informação (Adaptado de (Hicks, 2007)).....	23
Tabela 3 - Dimensionamento do sistema implementado	46

Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

BA – Business Analytics

BD – Base de dados

BI – Business Intelligence

BPM – Business Process Management

BPMN 2.0 – Business Process Model and Notation

CPS – Cyber-physical systems

DM – Data Mining

DW – Data Warehouse

ERP – Enterprise Resource Planning

I4.0 – Indústria 4.0

IoT – Internet of Things

JB – Jornal de Bordo

KPI – Key Performance Indicator

LIM – Lean Information Management

SI – Sistema de informação

TIC – Tecnologias de informação e comunicação

VBA - Visual Basic for Applications

1. Introdução

O notório e constante crescimento tecnológico que as sociedades têm vindo a atravessar ao longo dos anos, tem possibilitado a catalisação de novas revoluções de carácter industrial, visando a melhoria da produtividade dos setores (Sirkin, Zinser, & Rose, 2015). O rápido progresso das tecnologias digitais associado à integração dos sistemas de produção e das tecnologias de informação e comunicação (TIC) tem permitido desenvolver novas soluções, no contexto produtivo, com respostas mais ágeis, rápidas e eficientes, adequadas às exigências dos clientes (Dalenogare, Benitez, Ayala, & Frank, 2018; Saucedo-Martínez, Pérez-Lara, Marmolejo-Saucedo, Salais-Fierro, & Vasant, 2018), surgindo assim o novo paradigma industrial conhecido como Indústria 4.0 (I4.0).

No contexto da I4.0, nomeadamente com recurso às suas *drivers* tecnológicas como é o caso da Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT), é possível promover a comunicação e a cooperação em tempo real entre sistemas ciber-físicos (*cyber-physical systems* – CPS) e humanos, integrando diferentes processos organizacionais e possibilitando a tomada de decisão com base em mecanismos descentralizados e em tempo real (Dalenogare et al., 2018). Este novo paradigma visa aumentar a competitividade das organizações (Chiarvesio & Romanello, 2018), através da melhoria de produtividade dos processos organizacionais, do fortalecimento da vantagem competitiva no mercado e da procura de novas oportunidades de inovação («Big data and digital platforms», 2017).

Embora as organizações ainda estejam numa fase muito precoce na adoção deste recente paradigma industrial e tecnológico, a Indústria 4.0 revela ter um grande impacto sobre as mesmas (Strange & Zucchella, 2017), uma vez que afeta a natureza da concorrência, a própria estrutura da indústria e a procura por parte do cliente (Dalenogare et al., 2018), levando, desta forma, a uma alteração da forma como as empresas projetam, produzem, comercializam e agregam valor para os seus clientes (Sung, 2018). Assim, para que as organizações consigam sobreviver e operar nestes ambientes altamente competitivos, marcados por rápidas e frequentes mudanças, torna-se necessária a definição de estratégias organizacionais que promovam uma rápida capacidade de resposta perante a realidade competitiva que têm de enfrentar (Chiarvesio & Romanello, 2018; Strange & Zucchella, 2017).

Tendo em conta que os fluxos de informação são frequentemente bloqueados entre subsistemas de informação e níveis hierárquicos, é necessário proceder à integração vertical dos sistemas de TIC ao longo dos diferentes níveis hierárquicos da organização por forma a promover sistemas produtivos flexíveis e reconfiguráveis (Dalenogare et al., 2018; S. Wang, Wan, Li, & Zhang, 2016).

Visto que os sistemas de informação (SI) estão orientados para a centralização e integração dos dados, bem como para a partilha e distribuição de informação, estes podem representar parte da solução para fornecer a agilidade organizacional necessária neste novo contexto (Chaudhary, Hyde, & Rodger, 2017), permitindo, assim, o aumento da flexibilidade dos sistemas produtivos, bem como o apoio necessário à tomada de decisão em tempo real (Dalenogare et al., 2018). Desta forma, os SI são vistos como o recurso ou componente principal dos processos de negócio (Chaudhary et al., 2017) e, consequentemente, da digitalização.

De salientar que, no contexto da digitalização, base da I4.0, encontram-se os dados. Estes representam um dos recursos mais valiosos para e (d)as organizações, uma vez que refletem o estado real das mesmas e, por isso, permitem suportar e auxiliar a tomada de decisão com base em eventos e acontecimentos (Shamim, Zeng, Shariq, & Khan, 2019). Além disso, numa pequena fração dos conjuntos de dados, poderão estar também ocultas informações-chave, potenciadoras de vantagem competitiva (Furlow, 2001). Porém, com a evolução e desenvolvimento da computação, das redes e da capacidade de armazenamento, tornou-se possível recolher e armazenar grandes quantidades de dados a um custo mais baixo. Contudo, o grande desafio que se coloca às organizações tem que ver com a capacidade das mesmas processarem esta enorme estrutura de dados (L. Wang, Törngren, & Onori, 2015) em tempo útil e a um custo razoável, por forma a tirar o verdadeiro valor informativo dos mesmos. É relevante explicar que o importante não é a quantidade de dados de que as organizações dispõem, mas sim o que conseguem fazer com esses conjuntos de dados («Big data: What it is and why it matters», 2020) e a forma como tiram partido dos mesmos para melhorar a qualidade das decisões e a rapidez desses processos (Kościelniak & Puto, 2015).

O conceito de *Big Data*, surge precisamente com esta problemática dos dados e com a necessidade de lhes dar um significado. Este termo descreve o ativo de informação caracterizado por um volume, velocidade e variedade tão elevados de dados que requerem tecnologia e métodos analíticos específicos para a sua conversão em valor (De Mauro, Greco, & Grimaldi, 2016). Assim, o *Big Data* procura descobrir padrões ocultos, correlações e outras informações contidas nos dados a fim de fornecer informação, com valor, aos decisores, para que estes possam ser mais assertivos nas decisões que tomam («Big Data Analytics - what it is and why it matters», 2020).

Uma das tecnologias que visa dar resposta a esta necessidade é o *Business Intelligence* (BI), que é apresentado como um processo intensivo de transformar grandes quantidades de dados não estruturados em informação útil, e esta em conhecimento (Jain & Sharma, 2018). As ferramentas de BI procuram tratar os dados no intuito de ser possível compreender o passado e o presente da organização (Sorensen, 2020) e, com base nisso, possibilitar que os decisores possam extrapolar e projetar o futuro.

Uma destas ferramentas de BI existentes no mercado e mais utilizada é o Microsoft Power BI (Ulag, 2019). Esta permite unificar dados de várias origens e criar painéis e relatórios interativos e imersivos, fornecendo informação contextualizada sobre resultados organizacionais. Desta forma, é esperado que a disponibilização da informação nestes relatórios possibilite auxiliar os processos de tomada de decisão, bem como melhorar os processos de partilha dessa mesma informação por entre todos os membros autorizados de uma organização («Power BI», 2019).

1.1. Contextualização e objetivos do trabalho

O presente trabalho tem como propósito apresentar o projeto desenvolvido no Super Bock Group, na área da *Supply Chain*. Este projeto tem como objetivo o estudo, conceptualização e desenvolvimento de uma ferramenta de *Business Intelligence* (BI) que, com base num grande volume de dados heterógenos, não estruturados e altamente dinâmicos, pretende melhorar os processos de tomada de decisão no contexto da *Supply Chain* do grupo.

O Super Bock Group é a maior empresa portuguesa de bebidas refrescantes, com um *core business* assente nos negócios das cervejas e das águas engarrafadas. Através de uma estratégia multimarca e multimercado, o grupo está também presente nos segmentos dos refrigerantes, dos vinhos, na produção e comercialização de malte e no setor do turismo. Em Portugal, o grupo, presente em todo o território nacional, inclui centros de produção de cerveja, de sumos, de refrigerantes e de vinhos; centros de captação e de engarrafamento de águas; e centros de operações logísticas e de vendas. A nível internacional, a empresa comercializa, atualmente, para mais de 50 países, totalizando, em 2018, um volume de vendas na ordem dos 595 milhões de litros.

Tendo em conta a grande dimensão e dispersão geográfica de todo o grupo, a heterogeneidade e o elevado número de indicadores-chave (*Key Performance Indicators* - KPIs) que são acompanhados em todos os *sites* operacionais, o processo de obtenção de informação em tempo útil, a partir desses dados, representa uma tarefa bastante árdua, não só devido à inexistência de uma estrutura formalizada para o tratamento e acompanhamento de todos os KPIs, como também à inexistência de um fluxo eficiente de comunicação e de transmissão do seu significado.

Por outro lado, o facto de não ser visível a relação causa-efeito entre indicadores, nem a sua comparação com o valor objetivo correspondente a essa métrica, cria também dificuldades no processo de tomada de decisão, levando a um desperdício de tempo, aquando da sua análise, já que a informação, não sendo de interpretação imediata, requer tratamento prévio.

É neste contexto que surge o presente trabalho, materializado numa plataforma de BI, cuja descrição será objeto do presente documento. Assim, o resultado previsto é a implementação de um sistema, o Power BI, que permita incorporar e uniformizar dados de várias origens, possibilitando a obtenção rápida de informações confiáveis que permitam impulsionar os resultados do grupo («Power BI», 2019). Desta forma, espera-se conduzir a organização a uma cultura orientada a dados.

1.2. Abordagem metodológica

No sentido de desenvolver a plataforma de BI e alcançar os objetivos propostos anteriormente, adotou-se uma abordagem metodológica em torno de várias etapas. Após um processo de revisão da literatura associada aos principais conceitos, teorias e métodos que estão na base da temática do estudo, conduziu-se a fase de desenho da arquitetura do sistema, com o objetivo de fazer refletir os principais requisitos funcionais. Assim, fez-se o levantamento das árvores de indicadores das principais áreas da *Supply Chain*, e das relações existentes entre eles.

Na etapa seguinte, implementaram-se os requisitos, i.e., as árvores de indicadores, através da criação de relatórios de dados, em Power BI, tendo como base a modelação e tratamento das diferentes tabelas de dados.

Por fim, numa última etapa, realizaram-se testes ao sistema, por forma a validar a estrutura e a confirmar resultados.

De salientar ainda que, após estas etapas, foram realizados alguns módulos de formação junto das diferentes áreas da *Supply Chain* e potenciais utilizadores do sistema.

1.3. Estrutura do trabalho

De forma a explicitar o projeto desenvolvido no Super Bock Group, o presente relatório encontra-se dividido em 4 capítulos.

No capítulo 1, são apresentadas as motivações, a contextualização do trabalho e os principais objetivos a alcançar com o projeto, sendo, ainda, referida a metodologia adotada, bem como a estrutura do relatório.

No capítulo 2, é realizado um enquadramento teórico dos temas que serão abordados ao longo de todo o relatório. Neste sentido, este capítulo inicia-se com a abordagem da estrutura de dados-informação-conhecimento, introduzindo os principais conceitos associados a esta temática. Seguidamente, são apresentados os efeitos da quarta revolução industrial, abordando o crescimento tecnológico e as ferramentas que se têm vindo a desenvolver para oferecer melhores soluções de negócio. Por último, este capítulo aborda, ainda, a aplicação do *Lean* na gestão da informação, conhecida por *Lean Information Management* (LIM), apresentando um estudo de caso sobre as melhorias que esta metodologia promove, do ponto de vista organizacional.

No capítulo 3, descreve-se o caso prático e o respetivo desenvolvimento da solução de BI. Inicialmente, é apresentada a ferramenta desenvolvida no seguimento deste projeto, o Jornal de Bordo, que permite a recolha de dados operacionais da produção. De seguida, será abordada a arquitetura do sistema e a sua implementação no Power BI, explicitando a integração e o tratamento dos diferentes conjuntos de dados. É, ainda, apresentado o mapeamento do processo de atualização dos ficheiros de dados e da manutenção do sistema, e feita referência às formações proporcionadas aos diferentes utilizadores. Por último, são apresentados os resultados da implementação deste sistema no contexto do Super Bock Group.

Finalmente, no quarto e último capítulo, são apresentadas as conclusões e limitações deste trabalho, bem como das perspetivas de trabalho futuro.

2. Estado de arte

O presente capítulo apresenta os principais conceitos teóricos que servirão como base à compreensão e fundamentação dos conceitos abordados ao longo do trabalho. Desta forma, esta revisão de literatura aborda principalmente três grandes grupos de temáticas: (i) o conceito de dados e a gestão do conhecimento; (ii) os conceitos associados à Indústria 4.0 e suas implicações; e, por último, (iii) o *Lean Thinking* orientado à gestão da informação (*Lean Information Management*). Nesta última temática é ainda apresentado um estudo de caso sobre a aplicabilidade deste conceito num ambiente industrial, evidenciando as melhorias alcançadas com a sua aplicação, e o papel que a gestão visual desempenha sobre a melhoria da comunicação da informação.

2.1. Os dados, a informação e a gestão do conhecimento

Os dados representam um dos recursos mais valiosos para as organizações, uma vez que refletem o estado real da mesma e, por isso, fornecem informações sobre o estado do negócio (Yusoff, Din, Yussof, Abbas, & Khan, 2017), permitindo assim suportar e auxiliar os processos de tomada de decisão com base em eventos e acontecimentos (Shamim et al., 2019). Contudo, para que isto que ocorra é necessário o tratamento dos dados de forma a se retirar o valor informativo dos mesmos, convertendo-os em informação e, posteriormente, em conhecimento. Neste sentido, em analogia com o processamento das informações humanas, os SI baseados em computadores têm adotado teorias do processamento de informações (Sato & Huang, 2016) para a realização dos domínios do conhecimento capazes de transformar categorias específicas de dados em informações que permitam auxiliar a gestão dos negócios e a tomada de decisão (Kettinger & Li, 2010). Assim, para a modelação de um SI é essencial perceber as distinções e os relacionamentos entre os conceitos de dados, informação e conhecimento.

Na literatura existente nesta área de investigação, existem vários modelos que procuram ilustrar o processo de transformação de dados. Um dos modelos mais citados e amplamente utilizado para os SI e para a gestão do conhecimento é o modelo DIKW, apresentado por Ackoff, em 1989 (Sato & Huang, 2016). Este modelo é uma representação hierárquica da estrutura dados-informação-conhecimento-sabedoria, descrevendo os dados como a unidade básica de informação, esta como unidade básica de conhecimento e, por sua vez, o conhecimento como unidade básica da sabedoria (Ackoff, 1989). A figura 1 ilustra o modelo DIKW.



Figura 1 - Modelo DIKW (Adaptado de (Ackoff, 1989))

Dado as limitações deste modelo no que se refere à falta de abordagens explícitas e pragmáticas para a sua aplicabilidade prática, foram surgindo, ao longo dos anos, novas perspectivas e modelos que pretendem dar resposta a esta lacuna. Tendo em conta a natureza filosófica da sabedoria, esta camada ou nível é excluída em muitos dos modelos da gestão do conhecimento, resultando numa estrutura centrada em torno dos dados, informação e conhecimento (Sato & Huang, 2016). Neste sentido, baseados numa perspectiva organizacional e nos métodos tradicionais das TIC (Braganza, 2004), Davenport et al. (2001) definiram os dados como factos e observações que, em contextos particulares, se tornam informação. Esta, quando utilizada para a tomada de decisões, forma o conhecimento sobre o qual as pessoas baseiam as suas ações para alcançar os resultados previstos (Thomas H. Davenport, Harris, De Long, & Jacobson, 2001). Desta forma, estes autores sugerem uma estrutura hierárquica que segue a lógica do sentido de dados, informação e conhecimento, respetivamente.

No entanto, embora tenham sido desenvolvidos vários modelos para representar o relacionamento entre estes conceitos, verificou-se que a hierarquia de dados-informação-conhecimento é de uso prático limitado, uma vez que não fornece uma solução completamente satisfatória e inequívoca para a definição e distinção entre os conceitos de dados, informação e conhecimento (Braganza, 2004; Kettinger & Li, 2010). Desta forma, Sato e Huang (2016) apresentaram uma reformulação do modelo KID (*Knowledge-Information-Data*) genérico com a inclusão de três funções abstratas: interpretação; assimilação; e, instanciação, que permitem os processos de transformação de dados (Sato & Huang, 2016). A figura 3 apresenta o modelo KID genérico, proposto por estes autores.

De forma a contextualizar e a explicar esta nova reformulação é pertinente perceber o processamento da informação humana, desde a observação de um objeto até à receção do conhecimento sobre esse objeto, sendo o processo cognitivo ilustrado na figura 2.

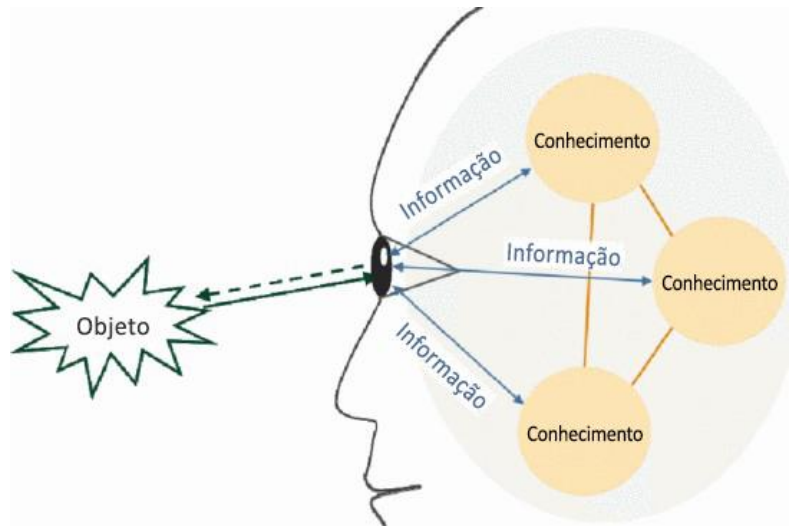


Figura 2 - Processamento da informação humana (Adaptado de (Sato & Huang, 2016))

De uma forma geral e sucinta, as pessoas observam ou sentem um objeto que é representado nos dados, sendo percebida como informação, uma vez que os dados podem ser interpretados pela recuperação da memória e pelo conhecimento existente do indivíduo. Neste sentido, as informações são aplicadas para atualizar a memória e aperfeiçoar o conhecimento, levando à possível descoberta de novos conhecimentos. Nesta fase da atualização do conhecimento dá-se a realização do processo de tomada de decisão, resultando na preparação da resposta ao estímulo. Desta forma, o pensamento humano é caracterizado por ser um processo ativo e iterativo, pelo qual os indivíduos organizam as suas percepções (informações) do mundo num esquema (padrão de comportamento ou pensamento), sendo que cada interação enriquece o conhecimento através do processo de transformação de dados-informações-conhecimentos (Sato & Huang, 2016) que conduz a uma atualização do conhecimento existente.



Figura 3 - Modelo KID (Adaptado de (Sato & Huang, 2016))

Conforme é possível observar na figura 3, tendo por base a teoria do processamento das informações humanas, o novo modelo KID sugere a existência dos três conceitos básicos (dados, informação e conhecimento) numa perspectiva relacional, ao invés de um esquema hierárquico, pelo que surgem anexadas funções abstratas que executam os processos de transformação associados às relações entre estes conceitos. A função “Interpretação” refere a aplicação do conhecimento existente para a interpretação dos dados segundo um significado vinculado ao contexto específico e ao próprio conhecimento existente, pelo que dados providos de significado constituem a informação. Relativamente à função “Assimilação”, esta vincula as novas informações originadas no processo de interpretação ao conhecimento, pelo que o conhecimento existente vai ser atualizado e modificado com base nas novas situações percebidas com base na informação recebida. Já a função “Instanciação” é semelhante à função “Interpretação”, com a diferença que o objetivo deste processamento é originar dados (como símbolos, padrões de sinais e instruções de ação) que permitam interagir com sistemas externos (Sato & Huang, 2016).

Em forma de conclusão, esta reformulação do modelo KID evidencia que o conhecimento é utilizado no processo de conversão de dados em informação, sendo o conhecimento definido como um conjunto de relações entre objetos (Sato & Huang, 2016). Desta forma, a informação pode ser vista como um *status* de prontidão condicional para uma ação orientada a um objetivo específico, pois a informação é produzida a partir da interação entre os dados e o conhecimento. Assim, os SI são formas de realização dos domínios do conhecimento capazes de processar categorias específicas de dados em informação, fornecendo um veículo de informação para a gestão dos negócios e para a tomada de decisão (Kettinger & Li, 2010).

2.2. O surgimento da Indústria 4.0 e suas implicações

Com a integração dos sistemas de produção e das tecnologias de informação e comunicação (TIC) surgiu um novo paradigma industrial apelidado de “Indústria 4.0” (Dalenogare et al., 2018). Esta nova revolução industrial combina técnicas avançadas de produção com a *Internet of Things* (IoT) por forma a criar sistemas de produção que não são apenas interconectados, mas possuem também a capacidade de comunicarem, analisarem e utilizarem as informações obtidas para impulsionar ações inteligentes de volta ao mundo físico («Industry 4.0», 2019). A capacidade de comunicação e de partilha de informações em tempo real entre sistemas, dispositivos e produtos inteligentes resulta na integração de sistemas (Telukdarie & Sishi, 2019), surgindo assim o conceito de *smart factory*, ou seja, de fábrica inteligente. Este conceito assenta na implementação de sistemas ciber-físicos (*cyber-physical system* - CPS) de forma a responder aos requisitos ágeis e dinâmicos da produção (Elnagar, Weistroffer, & Thomas, 2019) e, assim, proporcionar uma resposta mais ágil, rápida e eficiente às necessidades e exigências dos clientes (Saucedo-Martínez et al., 2018).

Com recurso às suas *drivers* tecnológicas, como é o caso da IoT, a ideia central da I4.0 é possibilitar a comunicação e a cooperação, em tempo real, entre o CPS e os seres humanos, de forma a integrar os diferentes processos organizacionais e a permitir a tomada de decisões descentralizadas (Dalenogare et al., 2018). Desta forma, a I4.0 pretende capacitar os sistemas ciber-físicos (CPS) a executarem as suas tarefas e a tomarem decisões de forma mais autónoma, sendo

estas apenas delegadas ou escaladas, para um nível superior, nos casos das exceções ou de conflitos existentes (Sung, 2018).

Assim, esta nova revolução industrial tem como objetivo conduzir as organizações a desenharem e implementarem processos de produção flexíveis e eficientes, com alta qualidade e baixo custo, de forma a responder mais rapidamente e em tempo real à crescente procura por parte dos consumidores (Mantravadi & Møller, 2019; S. Wang et al., 2016). Além disso, a Indústria 4.0 pretende dotar as organizações de ferramentas que permitam analisar grandes quantidades de dados com o intuito de melhorar a tomada de decisões estratégicas e operacionais (Dalenogare et al., 2018).

2.2.1. A integração das organizações no contexto da I4.0

De forma a alcançar o conceito de fábrica flexível e reconfigurável e que permita atender aos requisitos da I4.0, torna-se necessária a integração de alguns componentes organizacionais (S. Wang et al., 2016). Assim, a literatura existente, nesta área, destaca a presença de três tipos de integração associados à Indústria 4.0:

- Integração horizontal;
- Integração vertical;
- Integração de ponta-a-ponta (*End-To-End Engineering Integration*).

A figura 4 ilustra estes tipos de integração.

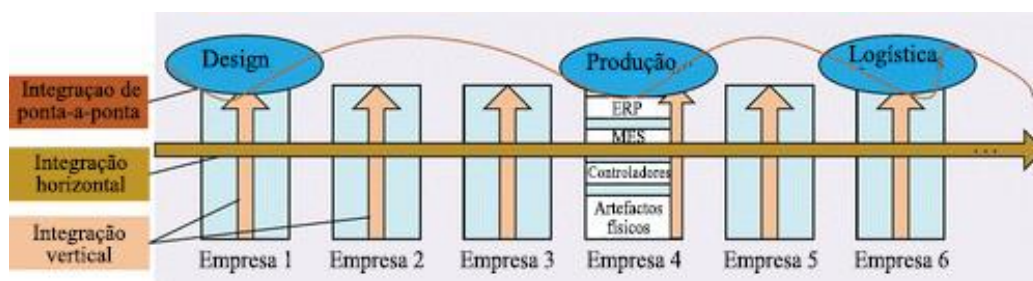


Figura 4 - Tipos de integração organizacional (Adaptado de (S. Wang et al., 2016))

No caso da integração horizontal, esta é referente a um tipo de integração que ocorre no mesmo nível de abstração (L. Wang et al., 2015), consistindo na colaboração entre organizações através da troca de informações sobre recursos, em tempo real (Dalenogare et al., 2018). Neste sentido, pretende-se facilitar a colaboração entre empresas de forma a criar um ecossistema eficiente (S. Wang et al., 2016).

Relativamente à integração vertical, esta representa uma integração dos sistemas de TIC em diferentes níveis hierárquicos de uma organização (Dalenogare et al., 2018). Tendo em conta que os fluxos de informação são frequentemente bloqueados entre subsistemas de informação e

níveis hierárquicos, é necessário proceder à integração vertical dos sistemas de TIC ao longo dos diferentes níveis hierárquicos da organização por forma a promover sistemas produtivos flexíveis e reconfiguráveis. Assim, este tipo de integração constitui a base fundamental da Indústria 4.0 (S. Wang et al., 2016).

Por fim, a integração de ponta-a-ponta é o caso de uma integração de engenharia que ocorre ao longo de toda a cadeia de valor, suportando a personalização de um produto. A integração horizontal das diferentes organizações e a integração vertical da fábrica ou empresa correspondem à base para este tipo de integração, uma vez que o ciclo de vida de um produto compreende vários estágios, normalmente, executados por diferentes empresas (Dalenogare et al., 2018; S. Wang et al., 2016).

2.2.2. A relação entre o CPS, a IoT e os sistemas de informação (SI)

Os sistemas ciber-físicos (CPS) permitem a combinação do mundo físico com o mundo virtual através de uma rede (Graja, Kallel, Guermouche, & Kacem, 2016, 2017). Com a integração da computação e dos processos físicos através da incorporação dos computadores e das redes, torna-se possível monitorizar e controlar os processos. Geralmente, isto consegue-se com a utilização de *loops* de *feedback* sobre os quais os processos físicos afetam os cálculos e vice-versa (Lee, 2008). Ou seja, estes sistemas estabelecem uma conexão de entidades computacionais colaboradoras com o mundo físico circundante e os seus processos em execução, fornecendo e utilizando simultaneamente serviços de acesso e de processamento de dados disponíveis na Internet (Monostori et al., 2016).

Relativamente à *Internet of Things* (IoT), sendo um dos componentes principais da I4.0 (Hermann, Pentek, & Otto, 2016), esta é definida como o conceito de conexão de dispositivos, usando a Internet (Clark, 2016), constituindo, assim, uma enorme rede de “coisas” e pessoas conectadas. Para isto torna-se necessário introduzir sensores e atuadores nos objetos físicos, de forma a que seja possível recolher dados para os partilhar com outras “coisas” da rede e, em alguns casos, agir sobre eles (Chui, Löffler, & Roberts, 2010; Rui & Danpeng, 2015; «The internet of things (IoT) - what it is and why it matters», 2020). Neste sentido, os sistemas de IoT são sistemas CPS, porém, visto que um CPS não inclui necessariamente a Internet, os sistemas ciber-físicos constituem, então, uma classe maior de sistemas (L. Wang et al., 2015).

A grande vantagem da IoT é o facto de as redes fornecerem enormes volumes de dados que fluem para computadores a fim de serem analisados. Desta forma, à medida que as redes se vão desenvolvendo e que se vão recolhendo dados relativos aos produtos, ativos da organização ou do próprio ambiente operacional, obtêm-se melhores informações e análises que permitem uma melhoria significativa da qualidade da tomada de decisões (Chui et al., 2010).

Adicionalmente, visto que o desenvolvimento da Internet depende do alto poder de armazenamento e de computação (Rui & Danpeng, 2015), surge então a necessidade de utilizar a computação em nuvem (*cloud computing*). Isto deve-se ao facto de as tecnologias de computação em nuvem permitirem o armazenamento e o processamento de grandes quantidades de dados com alto desempenho em termos de velocidade, flexibilidade e eficiência (Büchi, Cugno, & Castagnoli, 2020). Além disso, dado que esta tecnologia tem a capacidade de computação escalável

e de espaço de armazenamento em função das necessidades organizacionais (S. Wang et al., 2016), a computação em nuvem assume-se como a unidade básica da IoT (Rui & Danpeng, 2015).

Relativamente aos Sistemas de Informação, visto que estes estão orientados para a centralização e integração dos dados, bem como para a partilha e distribuição de informação, estes podem representar parte da solução para fornecer a agilidade organizacional necessária neste novo contexto da I4.0 (Chaudhary et al., 2017), permitindo, assim, o aumento da flexibilidade dos sistemas produtivos, bem como o apoio necessário à tomada de decisão em tempo real. Desta forma, a utilização destes sistemas possibilita o aumento da produtividade das organizações através da utilização mais eficiente dos recursos e da adaptação mais rápida a situações não planeadas como o caso de avarias ou falhas nos sistemas produtivos (Dalenogare et al., 2018). Assim, a tendência é que os processos de negócios utilizem os sistemas de informação como recurso ou componente principal (Chaudhary et al., 2017).

Neste sentido, em forma de conclusão, para que se consiga integrar verticalmente a organização e construir um CPS ágil é necessário que ocorra uma integração entre a IoT e os sistemas de informação.

2.2.3. Big Data

Tendo em conta que a qualidade das decisões tomadas numa organização é afetada pelo uso eficaz e eficiente dos conjuntos de dados disponíveis, estes representam um recurso estratégico para as organizações (Kościelniak & Puto, 2015), além do facto de que são os dados que permitem suportar e auxiliar a tomada de decisões baseada em eventos e acontecimentos do ambiente real. Com a evolução e desenvolvimento da computação, das redes e da capacidade de armazenamento, tornou-se possível recolher e armazenar grandes quantidades de dados a um custo mais baixo. Contudo, de forma a se retirar o valor informativo dos mesmos, o grande desafio que se coloca na atualidade tem a ver com a capacidade das organizações processarem estas enormes estruturas de dados (L. Wang et al., 2015) em tempo útil e a um custo razoável. Isto porque o importante não é quantidade de dados de que as organizações dispõem, mas sim o que conseguem fazer com esses conjuntos de dados («Big data: What it is and why it matters», 2020) de forma a gerar informação que permita suportar os processos de tomada de decisão.

Neste sentido, de forma a dar resposta a esta problemática, surge o conceito de *Big Data* que descreve o ativo de informação caracterizado por um volume, velocidade e variedade tão elevados de dados que requer tecnologia e métodos analíticos específicos para a sua transformação em valor (De Mauro et al., 2016). Esta área tecnológica combina a computação em larga escala com novos modelos e técnicas matemáticas para conseguir lidar com o problema mencionado, exigindo uma enorme capacidade de armazenamento e de computação, de forma a realizar o tratamento dos dados que podem advir de várias fontes, tanto locais como externas (Kune, Konugurthi, Agarwal, Chillarige, & Buyya, 2016). Desta forma, o *Big Data* procura descobrir padrões ocultos, correlações e outras informações contidas nos dados de forma a fornecer, rapidamente, informação com valor aos decisores, para que estes possam suportar e serem mais assertivos nas decisões que tomam («Big Data Analytics - what it is and why it matters», 2020). Assim, o uso de

Big Data tornou-se igualmente um recurso valioso para as organizações (Sun, Strang, & Firmin, 2017).

2.2.4. A relação entre *Business Analytics* (BA) e *Business Intelligence* (BI)

De forma a responder à necessidade anteriormente descrita, surgiram várias soluções tecnológicas disruptivas, tais como o *Business Analytics* (BA) e o *Big Data Analytics*. Capacitada pelo atual estado avançado de desenvolvimento das TIC, deu-se o aparecimento da *Data Analytics*, referindo-se à tecnologia e área da ciência que procura examinar, resumir e tirar conclusões dos dados, de forma a aprender, descrever e prever algo (Sun et al., 2017). Dado que esta área envolve a visualização e a utilização de dados históricos e atuais, a fim de retirar informações destes, a *Data Analytics* exige a utilização de *Data Mining* (DM), a fim de descobrir informação útil a partir de uma *Data Warehouse* (DW), isto é, de uma grande base de dados.

Sucintamente, uma *Data Warehouse* é um armazém de dados, ou seja, um repositório integrado que permite o armazenamento de dados operacionais, tanto históricos como atuais, e de fontes externas, fornecendo um conjunto de dados mais abrangente. Estes repositórios podem ser analisados utilizando ferramentas como o *Data Mining*, que permite analisar grandes quantidades de dados utilizando algoritmos de exploração, de forma a possibilitar identificar padrões, relacionamentos e modelos de dados. Desta forma, o DM pretende filtrar todo o ruído existente nos conjuntos de dados, identificando o que é relevante para, assim, fornecer aos decisores a informação útil e necessária para uma tomada de decisão baseada em dados («Big Data Analytics - what it is and why it matters», 2020; Philip Chen & Zhang, 2014; Santos & Ramos, 2006). Adicionalmente, o DM requer também a utilização de modelagem estatística para explorar e aprender algo que pode ser pertinente para os decisores (Philip Chen & Zhang, 2014).

Desta forma, a *Data Analytics* possibilita auxiliar e suportar a tomada de decisões com vista ao cumprimento dos objetivos organizacionais, analisando problemas atuais e tendências futuras, criando modelos preditivos para prever ameaças e oportunidades e analisando os processos de negócios com base nos dados históricos ou atuais de forma a melhorar a eficiência organizacional (Delen & Demirkan, 2013). O *Business Analytics* e *Business Intelligence* surgem, assim, como ferramentas tecnológicas que procuram ir ao encontro destas necessidades organizacionais.

Conforme definido por Davenport e Harris, o termo *analytics* refere-se ao uso extensivo de dados, de análises estatísticas e quantitativas, de modelos explicativos e preditivos e à tomada de decisões baseadas em factos e dados para conduzir e suportar as decisões e ações (T. H. Davenport & Harris, 2007). Desta forma, as ferramentas de *Business Analytics* são tipos de software que compilam dados de um ou mais sistemas de negócio, agrupando-os num repositório, como um *Data Warehouse*, a fim que estes possam ser processados e analisados. Na maioria dos casos, as organizações utilizam mais de que uma ferramenta de análise, nas quais se incluem ferramentas estatísticas, *data mining* e ferramentas de modelação preditiva. Estas ferramentas viabilizam que as organizações tenham uma visão global e completa do estado da sua empresa, fornecendo informação, aos decisores, para que estes possam tomar decisões de forma sustentada («What are business analytics tools?», 2020). Neste sentido, o *Business Analytics* possibilita que as organizações tenham a capacidade de identificar padrões e antecipem o que poderá ocorrer,

permitindo a criação de uma estratégia que vise alcançar ou impedir o resultado previsto. Assim, esta ferramenta possibilita a obtenção de uma vantagem competitiva, visto que a empresa se poderá preparar e adaptar, à priori, face aos acontecimentos que previsivelmente ocorrerão (Sorensen, 2020).

A figura 5 esquematiza o modo de funcionamento de uma ferramenta de *Business Analytics* num contexto organizacional, desde a origem dos dados até à obtenção do valor informativo dos mesmos, através do seu processamento.

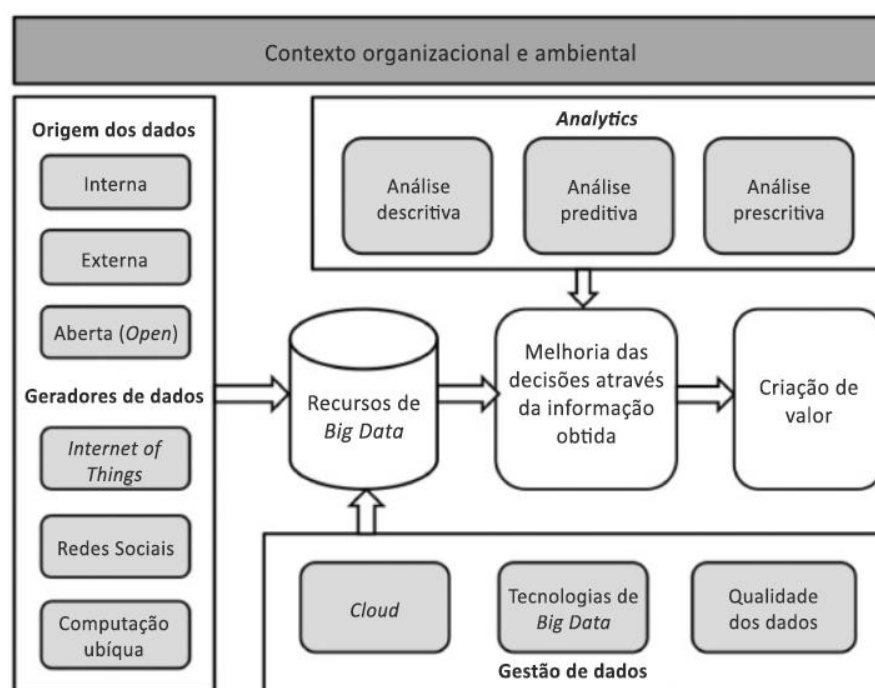


Figura 5 - Funcionamento da ferramenta de BA no contexto organizacional (Adaptado de (Hindle, Kunc, Mortensen, Oztekin, & Vidgen, 2020))

Relativamente ao *Business Intelligence* (BI), este pode ser descrito como um processo intensivo de transformar grandes quantidades de dados, não estruturados, em informação funcional que, em seguida, se poderá transformar em conhecimento (Jain & Sharma, 2018). As ferramentas de BI possibilitam a compilação de dados por forma a se encontrar informação nestes, principalmente sob a forma de consultas («What are business intelligence (BI) tools?», 2020), pelo que o *Business Intelligence* visa auxiliar as organizações na tomada de decisões através do fornecimento de análises históricas e atuais do desempenho dos negócios (Sorensen, 2020). Adicionalmente, as ferramentas de BI permitem, ainda, a criação de relatórios, de painéis e de visualizações de dados num formato de gestão visual, possibilitando melhorar a rapidez da tomada de decisões e a identificação de novas tendências de mercado e de oportunidades de negócios («What are business intelligence (BI) tools?», 2020), uma vez que estes relatórios de dados apresentam e salientam apenas a informação mais útil e pertinente sobre o estado da organização.

Assim, resumidamente, o *Business Intelligence* utiliza os dados para compreender o passado e o presente da organização, enquanto que o *Business Analytics* vai mais além, não relatando exclusivamente os resultados organizacionais, mas visando, igualmente, prever situações futuras (Jain & Sharma, 2018; Sorensen, 2020). A tabela 1 explicita as principais diferenças entre o BI e o BA.

Tabela 1 - Principais diferenças entre BI e BA (Adaptado de (Sorensen, 2020))

<i>Business Intelligence</i>	<i>Business Analytics</i>
Utiliza os dados para auxiliar a gestão da organização – tomada de decisões.	Utiliza os dados para auxiliar a promoção de mudanças nos negócios – fornece respostas a perguntas.
Realiza uma análise aos dados históricos – informa o que aconteceu.	Realiza análises estatísticas e de tendências – informa o que vai acontecer.
Possibilita que o decisor obtenha conhecimento sobre o desempenho do negócio, a partir dos dados recolhidos.	Possibilita que o decisor tenha consciência do que poderá acontecer com a organização, através de previsões baseadas nos dados recolhidos.
Possibilita que as organizações melhorem a sua estratégia atual com o conhecimento dos resultados passados.	Possibilita que as organizações melhorem a sua estratégia de longo prazo através de análises preditivas.
Possibilita identificar os problemas atuais e a forma como os resolver.	Possibilita identificar potenciais problemas e a forma como os evitar.

2.2.5. Microsoft Power BI

Uma das ferramentas de BI existente no mercado e mais utilizada é o Microsoft Power BI (Ulag, 2019), que permite unificar dados de várias origens e criar painéis e relatórios interativos e imersivos que fornecem informação contextualizada sobre os resultados organizacionais («Power BI», 2019). Desta forma, o Power BI é constituído por um conjunto de serviços de software, aplicativos e conectores que permitem transformar os dados em informação, de forma a auxiliar a tomada de decisões e a gestão dos negócios («Microsoft Power BI Guided Learning», 2020), o que possibilita que as organizações adotem, de uma forma prática e relativamente fácil, uma cultura orientada a dados (Nanua, 2019).

Neste sentido, o Microsoft Power BI permite a análise de negócios em tempo real, possibilitando que os diferentes colaboradores das organizações visualizem, explorem e partilhem a informação atual ou histórica da sua empresa. Além disso, uma das principais vantagens do Power

BI face aos seus aplicativos concorrentes tem a ver com o facto deste permitir a integração com as restantes ferramentas do Office 365 (como é o caso do Microsoft Excel), possibilitando trabalhar de forma totalmente integrada e eficiente com as soluções organizacionais existentes («What is Power BI», 2020; «Why Power BI», 2020).

Do ponto de vista funcional, esta ferramenta é composta por três elementos principais, o Power BI Desktop, o Serviço do Power BI e o Power BI Mobile, que funcionam em conjunto para permitir a criação, visualização, interação e partilha de dados através de vários tipos de dispositivos. Sucintamente, o Power BI Desktop visa fazer a importação e tratamento das diferentes fontes de dados com a finalidade de permitir a criação dos relatórios que são, posteriormente, publicados no Serviço Power BI; sendo este um serviço de *cloud* que permite o armazenamento, visualização, partilha e criação de novas formas de visualização. Por fim, o Power BI Mobile permite que os utilizadores acedam e interajam com os relatórios através de dispositivos móveis. Estes relatórios de dados são, portanto, uma coleção de elementos visuais que retratam um conjunto de dados, podendo conter uma ou mais páginas. («Microsoft Power BI Guided Learning», 2020). A figura 6 exemplifica o fluxo de funcionamento do Power BI, desde a incorporação dos dados até à disponibilização da informação daí retirada através da publicação dos respetivos relatórios de dados.

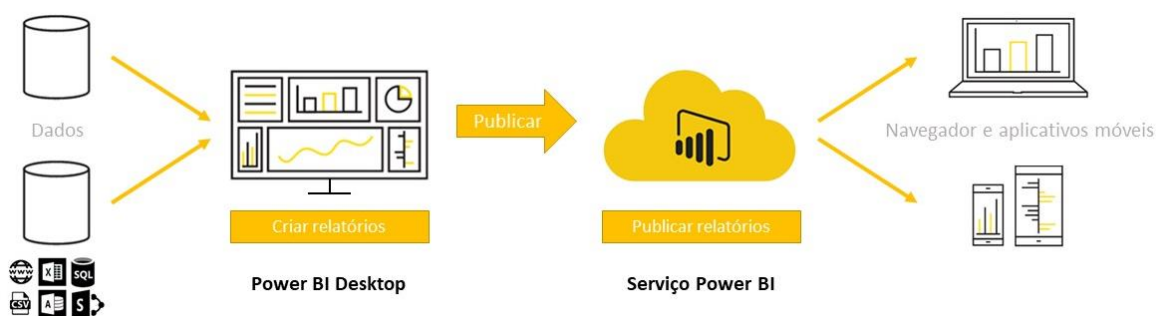


Figura 6 - Fluxo de funcionamento do Microsoft Power BI (Adaptado de («Microsoft Power BI Guided Learning», 2020))

Após a importação e o tratamento prévio das diferentes tabelas de dados importadas, estas ficam prontas a serem utilizadas para se criarem os relatórios de dados. Conforme referido anteriormente, o Power BI Desktop e o Serviço de Power BI operam em conjunto, possibilitando a criação de relatórios e *dashboards* na versão desktop que, em seguida, poderão ser publicados na versão online (serviço do Power BI) para que outras pessoas os consultem. Com isto, de forma a explicar os diferentes passos que foram adotados ao longo deste trabalho para a criação dos relatórios de dados, é importante ter em consideração as diferentes visões que compõem o Power BI Desktop. Desta forma, a figura 7 exhibe as 3 visões existentes no Power BI Desktop que possibilitam a criação de um relatório de dados.

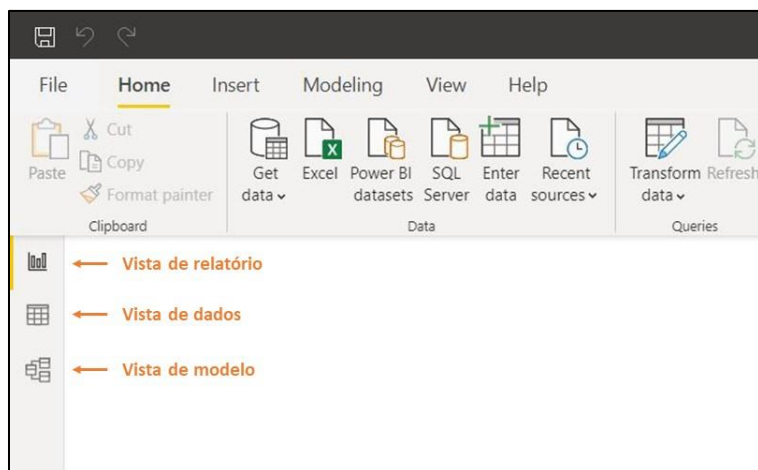


Figura 7 - Visões para a modelação de um relatório de dados no Power BI Desktop (Adaptado de («Microsoft Power BI Guided Learning», 2020))

A visão de relatório é o módulo de exibição onde é possível criar os elementos visuais (como tabelas, gráficos, mapas, etc.) que irão compor o relatório sobre o qual o utilizador poderá navegar. Esta é, portanto, uma representação gráfica da informação obtida através do processamento dos dados importados previamente. Já no módulo da vista de dados são exibidas as diferentes tabelas de dados importadas, para que se possa visualizar a constituição de cada uma destas tabelas já processadas. Por fim, a vista de modelo é o módulo do Power BI onde se estabelecem as relações entre as diferentes tabelas de dados, sendo o local onde se cria o modelo de dados do sistema. Com a execução destas diferentes fases é, então, possível construir o relatório de dados a ser publicado e disponibilizado para todos os utilizadores com permissão de acesso a este conjunto de dados.

2.2.6. *Business Process Management (BPM)*

O *Business Process Management (BPM)* é uma disciplina de gestão que tem como objetivo a construção de um pensamento centrado no processo (Teixeira, Santos, & Machado, 2018), visando detetar problemas e redesenhar os processos de forma a melhorar a comunicação entre colaboradores do processo e analistas do sistema (Fedorowicz et al., 2005). Uma das ferramentas-chave do BPM é o *Business Process Model and Notation* (frequentemente designado por BPMN 2.0) (Nesic, Ljubic, Radojicic, & Vasovic, 2016), que representa um conjunto de elementos gráficos que permitem a criação de diagramas de fácil compreensão por todos os envolvidos no processo (Nesic et al., 2016).

A análise de processos desempenha um papel importante nas organizações, uma vez que a utilização do BPM, com recurso ao BPMN 2.0, permite que estas consigam perspetivar e melhor percecionarem os possíveis resultados de um processo no seu contexto organizacional, mesmo antes da sua implementação (Díaz, Lorenzo, & Claes, 2010). Além disso, com a análise dos seus processos, as organizações conseguem ter uma melhor perceção sobre quais atividades

acrescentam valor para o cliente final do processo, pelo que a utilização do BPMN 2.0 permite a identificação de oportunidades de melhoria no processo, possibilitando, assim, a remoção das atividades não necessárias e que não acrescentam valor. Por fim, esta ferramenta permite, ainda, aumentar a possibilidade de uma melhor coordenação entre departamentos organizacionais, o que torna os processos mais eficientes (Štemberger & Kovačič, 2008).

2.3. O *Lean Thinking* e a Gestão de Informação

Conforme abordado anteriormente, com a evolução e desenvolvimento da computação, das redes (em especial, com o surgimento da I4.0) e da capacidade de armazenamento, tornou-se possível recolher e armazenar grandes quantidades de dados a um custo mais baixo. Além disso, com o surgimento do *big data* e suas tecnologias associadas é possível processar estas enormes estruturas de dados, em tempo útil e a um custo razoável, por forma a retirar apenas o valor informativo dos mesmos. No entanto, embora as organizações consigam obter um grande conjunto de informações que permitem auxiliar a gestão dos seus negócios, frequentemente, estas não são precisas ou a informação necessária não é gerada. Por vezes também não se consegue identificar, facilmente, a informação necessária, verificando-se alguma dificuldade no próprio fluxo da informação nas organizações (Bevilacqua, Ciarapica, & Paciarotti, 2015). Desta forma, o objetivo da gestão de informação é garantir que as informações úteis e valiosas sejam adquiridas e exploradas em toda a sua extensão. Assim, dada a dependência crítica das organizações face à informação, a melhoria da gestão da informação possibilita a obtenção de benefícios operacionais na atividade das diferentes áreas de uma organização, conduzindo a uma melhoria da eficiência geral de toda a organização, bem como da sua competitividade e capacidade de adaptação e resposta (Hicks, 2007).

Subjacente à filosofia de gestão *Lean*, a melhoria da gestão da informação tem como pressuposto a melhoria em quatro grandes grupos: nas fontes de informação; nos próprios processos de negócio; na integração dos SI; e, por fim, na avaliação desta integração dos sistemas. No primeiro caso, devido ao crescimento exponencial do volume de informação retirada dos dados e das suas diferentes fontes, torna-se necessário que as organizações desenvolvam e implementem sistemas, métodos e ferramentas capazes de armazenar e disponibilizar os diferentes tipos e categorias de informação. Já a segunda área associada à melhoria da gestão da informação sugere que as organizações suportem os seus processos de negócio com a criação e implementação de SI e de aplicativos de *software*, de forma a gerirem e a acompanharem os seus próprios processos específicos e/ou as atividades de um grupo específico da organização, sendo que a terceira área de melhoria visa a consolidação destes SI. Isto porque, normalmente, as organizações possuem mais do que um tipo de SI de forma a responderem às suas necessidades operacionais e laborais, pelo que a consolidação e unificação destes sistemas é fulcral para permitir o relacionamento entre dados e informação dos diferentes módulos organizacionais e, assim, possibilitar a obtenção de informação que melhor represente o estado real de toda a empresa ou grupo. Por fim, a quarta área de trabalho visa acompanhar o desempenho da estrutura de SI, pretendendo alinhar os objetivos, competências, satisfação e benefícios que a organização e os seus respetivos colaboradores estão a obter com a atual estrutura do SI (Hicks, 2007). Assim, esta etapa pretende

corrigir e melhorar potenciais factos que estejam a criar desperdício na gestão da informação e, por isso, devam ser corrigidos ou eliminados.

Contudo, embora os aspetos referidos para a melhoria da gestão da informação sejam cruciais, a aplicação de uma abordagem mais holística, como o caso da filosofia *Lean*, possibilita a obtenção de melhorias e benefícios adicionais para a organização (Bevilacqua et al., 2015; Hicks, 2007).

2.3.1. Sobre o *Lean Thinking*

Com o intuito de se dissecar a origem da metodologia e filosofia *lean*, é necessário analisar a evolução do setor automóvel. Um dos marcos mais importantes, nesta indústria, foi o surgimento, em 1913, do sistema de produção em massa, originário de Henry Ford. Este novo modelo de produção, implementado na Ford Motor Company (fabricante americana de automóveis), possibilitou a redução drástica dos custos de produção, bem como permitiu, ainda, o aumento da qualidade do produto que era entregue ao cliente, ultrapassando os problemas associados à produção artesanal de veículos (Womack, Jones, & Roos, 1990). Neste sentido, com a comercialização do Ford Model T, a Ford tornou-se a empresa líder de mercado, tendo este sido um sucesso pela sua utilidade geral, pelo bom desempenho e pelo baixo preço face aos restantes veículos comercializados na época (Alizon, Shooter, & Simpson, 2009).

Com o fim da Segunda Guerra Mundial, de forma a competir com os principais líderes da indústria automóvel americana, a Ford Motor Company e a General Motors, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, da fabricante japonesa Toyota Motor Corporation, desenvolveram um novo conceito de produção. Este foi apelidado de Toyota Production System, surgindo, assim, o início do *Lean Thinking* («A brief history of lean», 2020; Womack et al., 1990).

Atualmente, com uma capitalização bolsista de 173,3 mil milhões de dólares e um volume de faturação de 280,5 mil milhões de dólares, a Toyota Motor Corporation foi considerada a nona marca mais valiosa a nível mundial («Toyota Motor», 2020), sendo a líder no mercado automóvel com uma cota de mercado de 10,24% («Global automotive market share in 2019, by brand», 2020). Devido ao consistente sucesso da Toyota ao longo dos anos, o seu modelo de produção *lean* tornou-se uma referência para o setor industrial, sendo que, progressivamente, tem vindo a ser replicado e adotado nos mais diversos setores de atividade («A brief history of lean», 2020; Womack et al., 1990).

Em termos de definição, o *Lean Thinking* caracteriza-se como um método altamente evoluído para a gestão organizacional, sendo uma abordagem de melhoria, uma estratégia ou filosofia para minimizar o desperdício (*Muda*) e melhorar o desempenho de uma organização (Womack et al., 1990). Com a potencialidade de ser aplicado a qualquer sistema ou processo, os princípios do *lean* baseiam-se na eliminação de desperdícios e ações desnecessárias e na garantia dos fluxos de valor, pelo que a identificação de valor nas atividades, a compreensão do fluxo e a caracterização de desperdícios são fundamentais para uma aplicação bem-sucedida desta filosofia (Hicks, 2007).

De acordo com os princípios do *Lean Thinking*, todas as atividades podem ser classificadas segundo 3 categorias: atividades de valor acrescentado; atividades requeridas ou necessárias sem valor acrescentado; e, atividades sem valor acrescentado, pelas quais os clientes não estão dispostos a pagar (Womack et al., 1990). Neste sentido, o principal objetivo de uma implementação *lean* é eliminar as atividades sem valor acrescentado que, como o cliente não está disposto a pagar por elas, constituem um desperdício (*Muda*). Relativamente às atividades necessárias sem valor acrescentado, estas não devem ser eliminadas imediatamente, pois, embora não agreguem valor sobre a perspetiva do cliente, são necessárias para a execução do processo produtivo. Assim, estas atividades devem ser analisadas de forma a serem eliminadas ou, pelo menos, reduzidas (Bevilacqua et al., 2015).

Em 1996, o conceito inicial de *lean* (retratado no livro “The Machine That Changed the World” de Womack et al. (1990)) foi alargado, tendo este sido descrito por Womack e Jones (1996) como o antídoto do desperdício, sendo caracterizado por cinco princípios fundamentais (Hicks, 2007; Womack & Jones, 1996):

- **Especificação de valor** – o valor é definido apenas pelo cliente final. Muitas vezes este é distorcido pelas organizações e seus especialistas, que lhes adicionam complexidade que não interessa ao cliente, sendo por isso um desperdício.
- **Identificação do fluxo de valor** – o fluxo de valor corresponde à identificação de todas as ações necessárias a serem executadas, para cada produto ou família de produto, de forma a entregá-lo ao cliente, eliminando todo o desperdício existente neste processo.
- **Fluxo** – executar as etapas ou atividade de valor de forma a que estas fluam.
- **Pull** – produzir e fornecer o que o cliente deseja, nas quantidades certas e apenas quando o deseja (ótica de “Vender, um. Faz um” (Womack & Jones, 1996)).
- **Perseguir a perfeição** – procurar a perfeição através da eliminação continua dos desperdícios à medida que são descobertos.

Em relação a esta temática do desperdício, no contexto dos sistemas de produção, Ohno (1988) identificou sete tipos de desperdício, tendo estes sido descritos, mais tarde, por Womack e Jones (1996). Assim, os sete desperdícios mortais do *lean* incluem (Hicks, 2007; Ohno, 1988; Womack & Jones, 1996):

1. **Sobreprodução** – ocorre nas situações em que a produção continua sem haver a necessidade do cliente. Isto resulta no excesso de produtos, sendo estes produzidos muito cedo, o que resulta no aumento dos stocks e dá origem aos restantes desperdícios.
2. **Tempos de espera** – corresponde à espera desnecessária das pessoas ou equipamentos para iniciar a próxima etapa do processo.
3. **Transporte** – corresponde à movimentação desnecessária de materiais, acrescentando tempo ao processo durante o qual nenhum valor é acrescentado ao produto final e, além disso, aumenta a probabilidade da ocorrência de danos durante o seu manuseamento.
4. **Processamento extra** – ocorre devido a defeitos, sobreprodução ou excesso de *stock* que levam à necessidade da realização de operações extra sobre os produtos, tais como retrabalho, reprocessamento, manuseio ou armazenamento.

5. **Inventário** – corresponde a todo o inventário que não é diretamente necessário para corresponder aos pedidos atuais do cliente. A presença de inventário em excesso pode levar ao aumento significativo do processamento extra.
6. **Movimentação** – refere-se ao movimento desnecessário realizado por pessoas ou equipamentos que estão a trabalhar sobre o produto, uma vez que o movimento consome tempo e não acrescenta valor ao produto.
7. **Defeitos** – são produtos acabados que não estão em conformidade com a especificação ou expectativa do cliente, levando à insatisfação deste.

Adicionalmente, além dos sete desperdícios abordados, Womack e Jones (1996) identificam uma oitava categoria referente à **subutilização de pessoas** (Womack & Jones, 1996). Esta categoria refere-se à não utilização das ideias e contribuições criativas dos diferentes colaboradores, com vista à melhoria dos processos e das práticas organizacionais (Hicks, 2007).

Tendo isto em conta, uma variedade de ferramentas e técnicas foram desenvolvidas para alcançar os objetivos propostos pelo *Lean Thinking*. Porém, este pensamento de gestão não pode funcionar com ferramentas isoladas, pelo que é necessária uma abordagem holística sobre toda a organização, de forma a possibilitar a melhoria dos processos de negócio. Assim, o pensamento *lean* deve ser aplicado à organização como um todo, não se limitando apenas ao chão de fábrica, pelo que deve ser aplicado no campo da gestão de informação com o intuito de eliminar desperdícios e de definir e melhorar o fluxo de valor deste processo (Bevilacqua et al., 2015).

2.3.2. *Lean Information Management*

Conforme abordado anteriormente, os princípios de *Lean Thinking* podem ser aplicados a qualquer sistema em que o produto flua para responder à procura do cliente, utilizador ou consumidor, como é o caso de outros sistemas de informação. Desta forma, estes princípios de gestão podem também ser aplicados à gestão da informação, onde os sistemas para a sua gestão permitem a realização de fluxos e de processamentos sobre os dados, de forma a criar valor para a informação (Hicks, 2007). Desta forma, a figura 8 ilustra uma analogia realizada entre o fluxo de valor de um sistema de produção e o fluxo de valor aplicado a um sistema de gestão da informação.

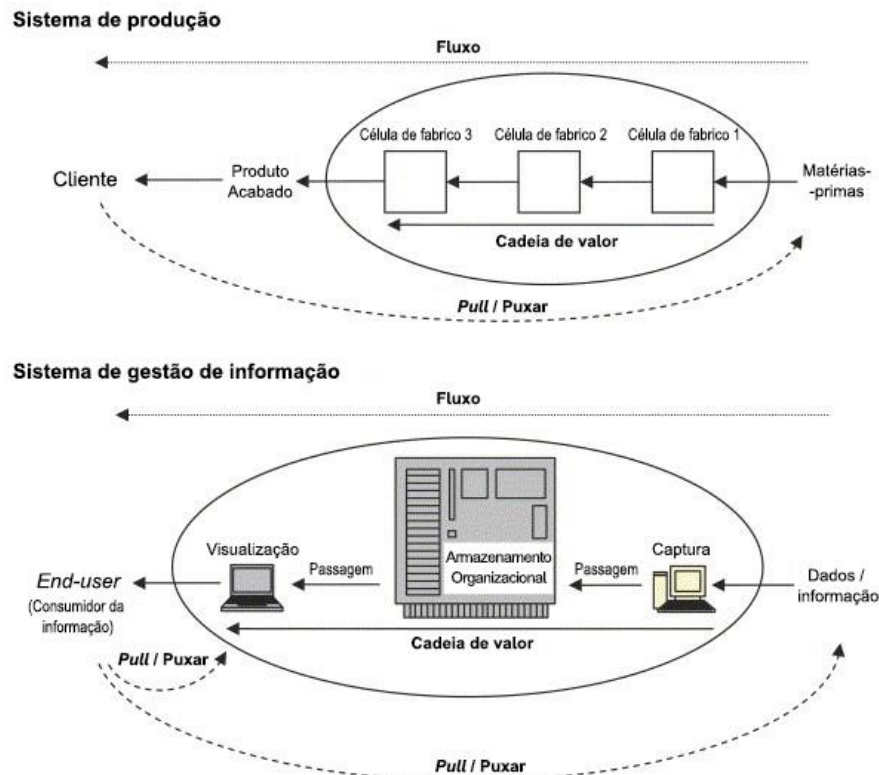


Figura 8 - Analogia entre um modelo de fluxo de valor aplicado a um sistema produtivo e a um modelo de um sistema de gestão de informações (Adaptado de (Hicks, 2007))

Na figura 8 é perceptível a influência que o utilizador da informação (*end-user*) exerce sobre o sistema, espoletando uma necessidade de visualização de informação, podendo esta já estar tratada e, por isso, torna-se apenas numa necessidade de visualização da mesma, ou, pelo contrário, numa necessidade de nova informação. Este último caso leva o sistema a “puxar” a necessidade de incorporar e processar novas fontes de dados que são introduzidas a montante do fluxo de valor, disponibilizando, a jusante, apenas o valor informativo dos dados, num processo semelhante ao da entrega do produto acabado ao cliente, que, neste caso, passa pela entrega da informação ao *end-user*.

Nesta perspetiva, o *Lean Information Management* (LIM) é definido como uma abordagem para melhorar os sistemas organizacionais de gestão de informação, visando eliminar ou, pelo menos, reduzir o desperdício e melhorar o fluxo de valor deste processo. Para isso, o LIM procura implementar melhorias que possibilitem aumentar a eficiência, produtividade e qualidade de todo o processo de gestão de informação, bem como do valor do próprio produto entregue ao cliente, ou seja, do valor da informação. Assim, este conceito foca-se na gestão do valor da informação e do conhecimento que é entregue ao cliente do sistema, o *end-user* (Bevilacqua et al., 2015; Hicks, 2007; Ibbitson & Smith, 2011).

Tendo em conta que a gestão da informação não é suportada por um sistema físico e visível, isto leva a que a identificação dos desperdícios e do valor seja mais subjetiva e menos perceptível do

que os sistemas de produção. Desta forma, os desperdícios e o próprio fluxo de valor não são tão tangíveis e visíveis, o que constitui a principal dificuldade da implementação do LIM nas organizações (Bevilacqua et al., 2015). Contudo, do ponto de vista da gestão da informação, a proposição de valor depende se a informação entregue ao *end-user* permite suportar a tomada de decisões, oferecendo valor atual ou potencial no futuro. Já o conceito de desperdício, na gestão da informação, é entendido como as ações adicionais necessárias a se realizarem e quaisquer inatividades que surjam como consequência da falta de fornecimento de informações de acesso imediato, numa quantidade adequada e de informações apropriadas, precisas e atualizadas (Hicks, 2007).

Hicks (2007) estudou a aplicação do *Lean Thinking* à gestão da informação, tendo identificado a presença de quatro tipos de resíduos associados a esta área (Bevilacqua et al., 2015; Hicks, 2007):

1. **Procura por falha (*failure demand*)** – inclui o tempo, recursos e atividades necessárias para superar a falta de informações requeridas e que não estão disponíveis, levando à necessidade do processamento de novas informações e/ou a aquisição de dados (e respectivas informações) adicionais.
2. **Procura por fluxo (*flow demand*)** – refere-se ao tempo e recursos despendidos na procura pela identificação dos elementos de informação que necessitam de fluir.
3. **Excesso de fluxo (*flow excess*)** – corresponde ao tempo e recursos despendidos para lidar com informações desnecessárias, ou seja, com a sobrecarga de informações.
4. **Fluxo defeituoso (*flawed flow*)** – traduz o tempo, os recursos utilizados e as atividades necessárias para se corrigir ou verificar as informações defeituosas ou as atividades resultantes do uso desta informação defeituosa.

Tendo por base os 7 desperdícios mortais do *lean* abordados anteriormente, é possível fazer uma analogia com os desperdícios identificados no campo da gestão da informação, sendo que a tabela 2 apresenta o resultado desta comparação.

Tabela 2 - Analogia entre os sete desperdícios associados aos sistemas de produção *lean* tradicionais e os desperdícios identificados nos sistemas de gestão da informação (Adaptado de (Hicks, 2007))

	Domínio		
	Sistemas de produção	Sistemas de Gestão da informação	Utilizadores da informação
1	Sobreprodução	Excesso de fluxo	-
2	Tempos de espera	Procura por fluxo	-
3	Processamento extra	Procura por falha	-
4	Defeitos	Fluxo defeituoso	-
5	Transporte	-	Comunicação eletrónica em massa
6	Inventário	-	Bases de dados e arquivos de arquivos herdados
7	Movimentação	-	<i>Gatekeepers</i> ou licenças individuais de utilização

Por fim, de forma a conduzir as organizações para a adoção de práticas do pensamento *lean*, os cinco princípios *lean* propostos por Womack e Jones (1996) podem também ser aplicados na área da gestão da informação (Bevilacqua et al., 2015). Assim, em forma de conclusão sobre a aplicabilidade deste conceito nas organizações, Hicks (2007) descreve os princípios fundamentais do LIM, que são apresentados em seguida (Bevilacqua et al., 2015; Hicks, 2007):

- **Valor** – as informações devem fornecer valor aos clientes do sistema, podendo estes serem utilizadores do mesmo ou outros SI que estão a si conectados.
- **Fluxo de valor** – o fluxo de valor representa o conjunto de processos e atividades que são executadas de forma a fornecer as informações ao cliente final do sistema. Com intuito de reduzir o desperdício, é importante que a sequência dos processos esteja bem integrada e, sempre que possível, estas atividades possam ser executadas de forma automática. Além disso, a utilização de técnicas como o mapeamento do fluxo de informações são determinantes para auxiliar a identificação do fluxo de valor do processo, bem como de todos os intervenientes (atores) neste.

- **Fluxo** – no caso da gestão da informação, o objetivo deste princípio é garantir a fluidez da informação com eficiência, particularmente a da informação mais valiosa (i.e., a informação mais apropriada, precisa e atualizada).
- **Sistema Pull (Puxado)** – as informações só devem ser entregues se e quando solicitadas pelos clientes da informação.
- **Melhoria contínua** – a perfeição do sistema deve ser procurada, removendo-se continuamente os desperdícios que se vão identificando e fazendo revisões periódicas à conformidade do sistema, o que conduz a organização a uma cultura de melhoria contínua.

2.3.3. Estudo de caso – aplicabilidade do LIM a um contexto organizacional

Conforme mencionado anteriormente, com o intuito de melhorar os processos de negócio de uma organização, vários autores sugerem a implementação de uma abordagem *lean*. Porém, é recomendado que esta seja uma abordagem holística e eficaz, pelo que deverá incluir todos os setores de atividade, como é o caso do fluxo de informação.

De forma a estudar o retorno obtido com a implementação de medidas e ferramentas *lean* nesta área, Bevilacqua et al. (2015) apresentaram um estudo de caso desenvolvido numa empresa italiana de produção do setor automóvel, a AUTOFirm, sendo esta líder no mercado europeu de carros de luxo e superdesportivos.

Tendo em conta que os produtos deste setor de atividade (carros de luxo) são consideravelmente complexos, uma comunicação ineficiente entre departamentos operacionais e os diferentes colaboradores origina uma má gestão do tempo, das atividades e dos recursos, o que constitui um desperdício. Neste sentido, o objetivo deste estudo de caso é a melhoria dos SI existentes, de forma a eliminar estes desperdícios, tornando, em consequência, o fluxo de informação mais eficiente (Bevilacqua et al., 2015).

A figura 9 representa a situação inicial da organização, ilustrando o sistema de interação entre funções. Este sistema é composto por dois *softwares* diferentes, sendo que o *software* A permite a comunicação de informações e necessidades entre áreas. Já o *software* B é um aplicativo específico para realizar a comunicação entre os departamentos de produção e qualidade.

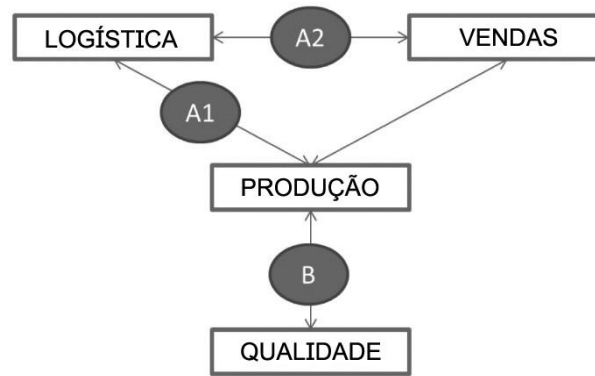


Figura 9 - Sistema de interação entre funções existente na AUTOFirm (Adaptado de (Bevilacqua et al., 2015))

Conforme é possível observar na figura 9, o sistema implementado não permite a troca direta de informações entre as várias áreas, pelo que a organização não consegue ter uma visão completa e geral de todo o processo. Desta forma, esta situação evidencia um desperdício associado à “procura por fluxo” (*flow demand*), pelo que as informações são geradas, são necessárias e são precisas, contudo, não conseguem fluir por toda a organização. Assim, de forma a promover a cooperação e a coordenação entre funções distintas, a integração de toda a rede de comunicação é crucial. Neste sentido, ao invés de desenvolver e implementar um novo SI, a AUTOFirm optou pela solução de melhorar os sistemas atuais de forma a responderem a esta necessidade (integração das áreas e respetivas informações). Esta solução, a nível conceptual, é representada na figura 10.

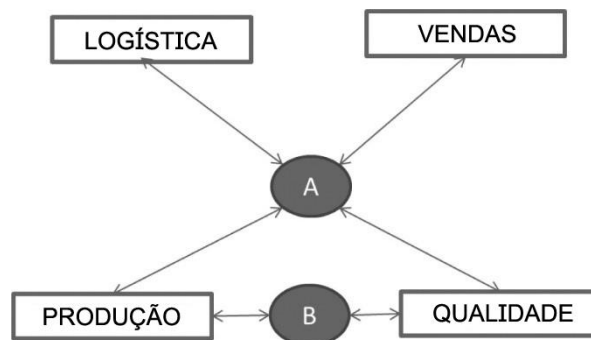


Figura 10 - O novo sistema de interação entre funções – integração do sistema (Adaptado de (Bevilacqua et al., 2015))

De forma a responder ao desperdício identificado, a organização selecionou as informações cruciais e importantes que o sistema integrado deveria fornecer a todos os clientes, ou seja, às

diversas áreas. Além disso, para melhorar a eficiência da comunicação, foi também introduzido o conceito de gestão visual.

A gestão visual consiste em transformar toda a informação importante para o trabalho em imagens de fácil compreensão, permitindo tornar os processos e o desperdício visíveis, melhorando também a comunicação entre as pessoas (Coimbra, 2016). Desta forma, o objetivo da gestão visual é tornar as informações disponíveis, oportunas e compreensíveis, pelo que pretende capacitar todos os intervenientes envolvidos no processo a gerir, a melhorar, a controlar e a corrigirem o processo (Tezel, Koskela, & Tzortzopoulos, 2009). Um dispositivo visual é, assim, um mecanismo, item ou objeto que direciona, limita ou influencia o comportamento do interveniente, permitindo que as informações úteis e valiosas para uma dada tarefa estejam disponíveis à primeira vista, ou seja, no imediato (Galsworth, 2011).

Neste sentido, uma representação cromática foi introduzida na solução apresentada, pretendendo distinguir, imediatamente, os veículos que se encontram parados, os veículos prioritários e os veículos do cliente, sendo atribuída uma cor representativa a cada uma destas tipologias. Desta forma, esta representação permite eliminar ou, pelo menos, reduzir o desperdício associado ao “excesso de fluxo”, dado que a informação mais pertinente e com valor já se encontra sinalizada, não sendo necessário despendar tempo e recursos para a sua identificação (Bevilacqua et al., 2015).

A implementação do sistema descrito permitiu a integração de toda a rede de comunicação, possibilitando, assim, a interconexão e a interoperabilidade entre as diferentes áreas. De forma a medir quantitativamente a melhoria obtida com a introdução deste instrumento foram utilizados índices de desempenho, medindo-se a percentagem de veículos finalizados com atraso, no tempo esperado e em antecedência, o que permite analisar a conformidade da qualidade e da entrega no tempo previsto do produto ao cliente final da empresa. Assim, a introdução do sistema, na AUTOFirm, resultou numa diminuição do valor médio dos veículos que não cumpriam a data de entrega, passando de 55% para 43%. Adicionalmente, os resultados apresentados mostram ainda que os atrasos causados por mal-entendidos entre os operadores foram reduzidos em 50%.

Em conclusão, pode-se inferir que os benefícios obtidos com esta solução resultam de uma comunicação mais eficiente e coordenada entre todos os atores envolvidos no processo (Bevilacqua et al., 2015). Desta forma, este estudo de caso permite evidenciar que a implementação de uma abordagem de LIM possibilita a melhoria da eficiência e dos resultados económicos da empresa, levando a um aumento da competitividade da mesma.

3. Caso prático: desenvolvimento de uma solução de *Business Intelligence*, com base no Power BI, para o apoio à decisão

Um Sistema de Apoio à Decisão é um sistema de informação (SI) que participa e auxilia no processo de tomada de decisão do ser humano (Wilson, Khazaei, Hirsch, & Kannan, 2014). Neste sentido, para se desenvolver um sistema desta natureza, é importante perceber a forma como se efetua o processamento da informação humana, desde a observação dos objetos até à atualização do conhecimento existente. Conforme mencionado anteriormente, o pensamento humano é caracterizado por ser um processo ativo e iterativo, pelo qual os indivíduos organizam as suas perceções (informações) do mundo num esquema (padrão de comportamento ou pensamento). Cada interação enriquece o conhecimento, através do processo de transformação de dados-informações-conhecimentos, conduzindo a uma atualização do conhecimento existente. Segundo o modelo considerado neste trabalho, o modelo KID proposto por Sato e Huang (2016), o conhecimento é utilizado no processo de conversão de dados em informação, aplicada para atualizar a memória e aperfeiçoar o conhecimento, possibilitando a descoberta de novos conhecimentos (Sato & Huang, 2016). Nesta fase da atualização do conhecimento dá-se, então, a realização do processo de tomada de decisão, resultando na preparação da resposta ao estímulo.

É sobre esta perspetiva que o presente capítulo é estruturado. Numa primeira fase, é abordada a criação de uma ferramenta que possibilita a recolha e armazenamento de dados do ambiente operacional do Super Bock Group. Após a obtenção dos diferentes conjuntos de dados, o objetivo passa pelo seu processamento, a fim de se retirar o valor informativo dos mesmos, facto conseguido, por exemplo, com a implementação de um sistema de apoio à decisão baseado numa solução de BI. Assim, esta segunda fase corresponde ao desenvolvimento e implementação do Power BI. De forma a tornar mais perceptível a abordagem realizada para a implementação desta solução, esta segunda fase deve ser desdobrada em dois momentos distintos: um primeiro, que corresponde ao desenho da arquitetura do sistema; e um segundo, que contempla o uso do Power BI para se proceder à implementação da arquitetura obtida.

3.1. Jornal de Bordo

A presente secção pretende abordar uma ferramenta desenvolvida no Super Bock Group, o Jornal de Bordo (JB), a qual foi criada com o objetivo de recolher e armazenar os dados da produção para, posteriormente, estes poderem ser tratados e analisados a fim de se retirar informação que possa servir para a gestão operacional desta área. A nível conceptual, o JB funciona como uma “caixa negra” de um avião, registando todos os dados operacionais do chão de fábrica, nomeadamente, os dados relativos à produção, qualidade, avarias e outras paragens por motivos de não avaria. A ideia subjacente à criação desta ferramenta é útil e pertinente, porquanto permite aos coordenadores das diferentes linhas de enchimento efetuar o registo dos dados operacionais da sua linha, sendo submetido um novo JB sempre que ocorre uma mudança de turno ou de produto. Com o seu fecho e submissão, espera-se que os dados inseridos pelos coordenadores sejam armazenados num ficheiro de dados, gerando relatórios automáticos que fornecem um conjunto de informações para diferentes colaboradores do grupo.

Uma vez que o Super Bock Group pretendia a implementação de uma ferramenta em formato de Microsoft Excel, dado o carácter repetitivo do processo descrito anteriormente, a necessidade de interação com diferentes utilizadores e entre aplicativos do Office, o JB foi desenvolvido em programação de Visual Basic for Applications (VBA) para Office.

O Visual Basic for Applications (VBA) possibilita a adição de novas funcionalidades aos aplicativos do Office e/ou a solicitação e a interação do aplicativo com o utilizador do mesmo, podendo ser programadas de forma a responder às necessidades particulares da organização («Getting started with VBA in Office», 2019). O VBA é uma solução eficaz e eficiente para soluções repetitivas, pois permite a interação entre o utilizador e o aplicativo e a interação simultânea entre aplicativos do Office (como é o caso do Word, Excel e PowerPoint), possibilitando a modificação do conteúdo de um dos aplicativos com base no conteúdo de outro («Getting started with VBA in Office», 2019; Pengpeng & Ruiqing, 2014).

Com o intuito de desenvolver uma solução que permita a utilização desta ferramenta por vários utilizadores em simultâneo e a criação de um aplicativo robusto e de interação fácil e rápida com o utilizador, a arquitetura desta solução tecnológica (do JB) passa pela existência de dois ficheiros de Excel que comunicam entre si. Assim, o primeiro ficheiro, denominado por “Aplicação do Jornal de Bordo”, funciona como um aplicativo ou formulário de inserção de dados que, posteriormente, estes (ou seja, os dados) são transferidos e armazenados num ficheiro à parte, apelidado de “Base de dados do Jornal de Bordo” (“BD_JB”).

Do ponto de vista funcional, o primeiro ficheiro de Excel (a “Aplicação do Jornal de Bordo”) contém todo o código de programação, em VBA, para permitir a interação do utilizador com a aplicação desenvolvida, desencadeando todo o fluxo de operações para o armazenamento desses dados. Além disso, este ficheiro contém, também, as listagens técnicas (como as listagens dos produtos, equipamentos, entre outras) de um conjunto de parâmetros que vão ser utilizados pelo programa. Desta forma, estas listagens são carregadas na aplicação para auxiliar o utilizador no preenchimento de um conjunto dos campos de dados, uma vez que lhe fornece um catálogo das opções existentes para um determinado parâmetro, consoante a linha de enchimento que está seleccionada. A forma como a ferramenta está organizada permite, ainda, o preenchimento automático de uma série de campos adicionais que são dependentes dos valores introduzidos para certos parâmetros.

O utilizador, quando pretende inserir um novo JB, ao abrir o ficheiro da “Aplicação do Jornal de Bordo”, surge-lhe, imediatamente, uma janela que permite a introdução dos dados correspondentes ao JB a inserir. Consoante a linha de enchimento que seja seleccionada pelo utilizador, o programa apresenta um formulário de inserção de dados específico para a linha indicada, uma vez que cada uma destas possui especificidades próprias, pelo que o programa se deve adaptar à realidade existente. Neste sentido, a figura 11 ilustra o formulário de inserção de dados para a linha seleccionada, neste caso, para a linha de enchimento número 1.

Note-se que, por questões de confidencialidade, os parâmetros e imagens apresentadas neste trabalho são meramente exemplificativos, refletindo dados fictícios.

Figura 11 - Inserção de um novo JB

Conforme se pode observar na figura 11, esta ferramenta possibilita a recolha de um conjunto de dados relativos ao estado atual da operação industrial. Neste sentido, o aplicativo desenvolvido solicita, inicialmente, ao utilizador a introdução dos dados de cabeçalho, ou seja, um conjunto de parâmetros que possibilitam caracterizar o produto em enchimento e os instantes de abertura e fecho deste JB. Após o preenchimento do cabeçalho, o utilizador pode, então, preencher os dados relativos à produção/enchimento, existindo 4 grupos de parâmetros que servem para caracterizar a operação industrial durante esta janela temporal (i.e., o intervalo de tempo compreendido entre os instantes de abertura e fecho do respetivo JB). Estes parâmetros podem ser observados no canto superior esquerdo do módulo dos dados relativos à produção, sendo referentes a questões de:

- Produção – contém os parâmetros relativos à caracterização da produção e a mecanismos de controlo de qualidade;
- Avarias – separador onde se efetua o registo da ocorrência de avarias e a sua descrição;
- Outras paragens – semelhante ao registo das avarias, relatando todas as paragens de produção por outros motivos;
- Comentários – permite a introdução de comentários livres para que se possam transmitir e registar notas e observações

Com a conclusão do preenchimento destes parâmetros, o utilizador pode submeter o JB e os dados serão automaticamente armazenados na base de dados. Neste sentido, após o utilizador dar a ordem de submissão do JB (clicando no botão verde presente no canto superior esquerdo da janela de inserção do novo JB), o programa despoleta um conjunto de ações de forma automática.

Em primeiro lugar, o programa criado regista os dados inseridos na base de dados, estabelecendo, para isso, uma conexão com o ficheiro BD_JB, que passa a englobar todos os dados históricos inseridos até à data. Concluído este processo, a aplicação executa o cálculo de um conjunto de métricas referentes ao desempenho da linha de enchimento (como o caso do *overall equipment effectiveness* (OEE), do tempo degradado, entre outros) para a janela temporal especificada, incluindo-os num *email* que é enviado automaticamente para a equipa de gestão logo que o JB é submetido. Este *email* possibilita, aos gestores, o acesso a um conjunto imediato de informações que retratam o estado atual da operação.

Considerando que a ideologia desta ferramenta consiste em captar e armazenar os dados da produção/enchimento, o objetivo é a aquisição de um ficheiro de dados (BD_JB) que possa depois ser incorporado e processado pelo Power BI. Este software possibilita a obtenção de informação sobre a produção, permitindo fazer um acompanhamento muito mais detalhado desta área e suportar a tomada de decisões baseado nos eventos reais. Ou seja, o Jornal de Bordo pretende fornecer os dados que, posteriormente, serão utilizados para gerar a informação e o conhecimento associado.

Conforme mencionado, esta aplicação representa um exemplo de um sistema que permite a obtenção e armazenamento de dados a fim de serem processados pelo Power BI. Contudo, existem outros sistemas na organização, como o caso do SAP (que é um *Enterprise Resource Planning* (ERP)), que permitem a obtenção de dados para, posteriormente, alimentarem o Power BI. Neste contexto, a secção 3.2 apresenta a abordagem adotada para a implementação de um sistema de apoio à decisão com base no Power BI, que visa a consolidação destes diferentes sistemas e fontes de dados numa única plataforma, permitindo a extração do valor informativo dos dados para toda a organização.

3.2. Sistema de Apoio à Decisão com base no Microsoft Power BI

3.2.1. Arquitetura do sistema

De forma a desenvolver e implementar um sistema de apoio à decisão, que permita a integração e a gestão da informação, a primeira etapa deve consistir na elaboração da arquitetura do sistema. Como em qualquer processo de desenvolvimento de SI, esta etapa é de extrema importância, representando um fator crítico para a qualidade e conformidade do sistema a implementar, pois muitos dos problemas encontrados nos SI surgem na fase de análise dos requisitos, normalmente associados a entendimentos incorretos do objetivo pretendido com o SI, dos processos de negócios e, ainda, devido a ineficiências na comunicação entre as partes envolvidas no projeto (de la Vara, Sánchez, & Pastor, 2008). Por conseguinte, uma incorreta especificação dos requisitos do sistema a implementar poderá conduzir a uma solução que não satisfaça as necessidades da organização para as quais se projetou o sistema em causa.

Neste sentido, o primeiro passo executado no início deste projeto foi a realização de um conjunto de reuniões com os *stakeholders*, neste caso específico com os diretores, por forma a

compreender e a identificar o funcionamento atual do fluxo de informação e a identificar os problemas a si associados, pretendendo alinhar, com todos os envolvidos, os objetivos que o sistema deveria alcançar. Desta forma, este primeiro passo tornou-se importante para minimizar a ocorrência dos potenciais riscos identificados anteriormente, que poderiam conduzir a uma incorreta especificação dos requisitos.

Conforme ilustrado na figura 12, o fluxo de informação objeto deste trabalho é descrito nos dois sentidos que acompanham o esquema hierárquico organizacional, ou seja, o ‘fluxo do pedido’ e o ‘fluxo da resposta’. No sentido descendente, referente ao fluxo do pedido, dá-se a solicitação de informação. No sentido inverso, referente ao fluxo da resposta, responde-se ao nível hierárquico que fez o pedido, devolvendo a informação solicitada. Note-se que, por questões de confidencialidade, a imagem apresentada é meramente exemplificativa.

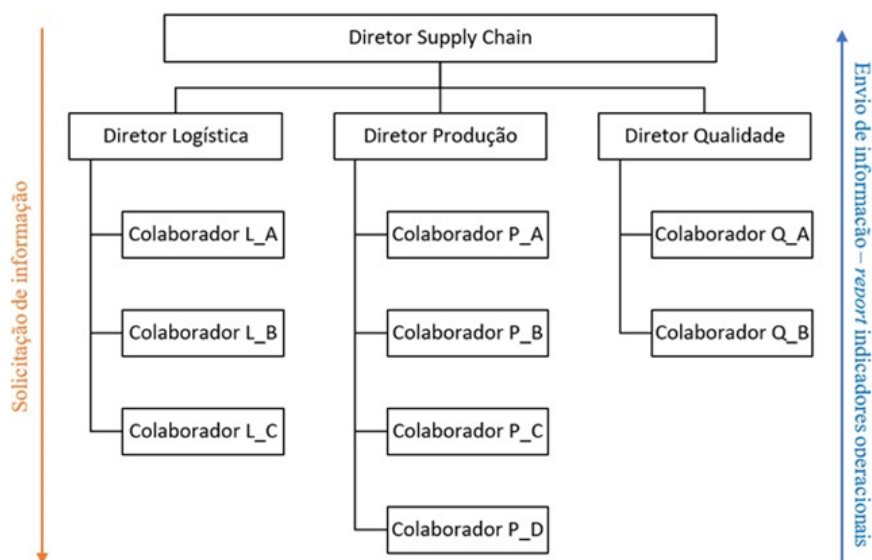


Figura 12 - Fluxo de informação entre os diferentes níveis hierárquicos do Super Bock Group

Observando a figura 12, verificar-se a existência de 3 níveis hierárquicos distintos, que correspondem a três tipos de atores no SI de BI. O primeiro nível corresponde ao Diretor da *Supply Chain*, responsável pelo acompanhamento de um conjunto restrito de indicadores que reportam uma visão macro e global da organização. No segundo nível, estão presentes os vários diretores das diferentes áreas, acompanhando, cada um destes, um conjunto de indicadores mais específicos e direcionados às atividades da sua área. Por fim, no terceiro e último nível, estão alocados os responsáveis pelo processamento dos dados, dando-lhes significado sobre a forma de indicador. É neste nível que é realizado todo o acompanhamento e controlo operacional da formulação dos indicadores. De acordo com o descrito, é possível observar as diferentes necessidades de visualização de informações ao longo dos diferentes níveis hierárquicos, o que implica que o

sistema consiga adaptar-se e fornecer apenas informação relevante numa abordagem orientada ao decisor e à decisão.

Após a compreensão do funcionamento e da estrutura organizacional, passou-se a uma segunda iteração. Envolvendo, agora, as restantes partes interessadas, realizaram-se reuniões nas quais participaram os responsáveis pelo processamento e transmissão da informação. Nesta iteração, as reuniões foram conduzidas numa perspetiva de seguir o sentido descendente da pirâmide hierárquica, de forma a permitir encontrar os indicadores-chave a serem acompanhados ao nível da gestão global da organização, bem como os detalhes e desdobramentos desses mesmos indicadores. Assim sendo, a primeira reunião decorreu com o nível mais elevado da pirâmide hierárquica, uma vez que, aí, são definidos os indicadores macro que, para além de refletirem acontecimentos da globalidade da organização, dão suporte à tomada de decisão no nível estratégico. Com este conjunto mais restrito de indicadores, torna-se mais simples mapear o fluxo de informação que permita obter estas métricas. Concluída esta fase, passou-se para o nível hierárquico seguinte, no qual foram analisados os indicadores de baixo nível (i.e., os subindicadores) que dão suporte aos indicadores macro. Identificaram-se, igualmente, outros indicadores importantes para o acompanhamento e gestão operacional da área. Por fim, ao nível dos responsáveis pelo tratamento e processamento dos dados dessa área, foram também analisados os componentes que constituem os diferentes indicadores (como variáveis e desdobramentos ou componentes dos mesmos), as fórmulas de cálculo e a proveniência da própria fonte de dados.

Com a conclusão desta etapa, obteve-se o Documento de Especificação de Requisitos (DER). Este documento, para além dos requisitos materializados em torno de um conjunto de indicadores, contempla, também, as relações causa-efeito entre esses indicadores, assim como o agrupamento destes por categorias departamentais. Para isto, foram utilizados fluxogramas com o fim de permitir representar esquematicamente as relações entre indicadores. Neste contexto, foram criadas cinco árvores de indicadores que representam um agrupamento por categoria departamental ou funcional, obtendo-se as árvores de serviço, qualidade, pessoas, ambiente e custos.

Estes cinco diagramas, que contemplam os principais requisitos funcionais do sistema na perspetiva da necessidade de visualização da informação (ou seja, dos indicadores em acompanhamento), foram posteriormente validados por todos os envolvidos no projeto. A utilização de um esquema visual, como o fluxograma, foi bastante útil nesta fase, uma vez que permitiu mostrar de uma forma imediata e clara a estrutura proposta às restantes partes envolvidas, contribuindo para um melhor entendimento da mesma.

Adicionalmente, foi ainda criada uma sexta árvore de indicadores, referente à produção, contendo todos os indicadores referentes à gestão das operações. Embora esta árvore utilize e integre várias fontes de dados, os dados provenientes do JB vão ser processados de forma a disponibilizarem um conjunto de análises e relatórios que permitem dar apoio à gestão operacional da produção, auxiliando várias decisões técnicas e operacionais desta área. Contudo, dada a especificação técnica, as necessidades mais operacionais (associadas à visualização da informação pretendida) e a necessidade de uma periodicidade de atualização dos dados superior às restantes árvores de indicadores, a árvore foi desenvolvida num projeto em paralelo, tendo seguido

exatamente todos os passos e considerações abordadas ao longo deste trabalho. Neste sentido, a árvore de produção não é abordada neste documento.

A Figura 2 exemplifica um dos resultados desta etapa, a arquitetura da Árvore de Ambiente, na qual são identificados e estruturados os principais indicadores que constituem esta árvore de indicadores. Pode-se observar que foram identificados 9 indicadores-chave relativos a questões ambientais. Além disso, são também visíveis os diferentes desdobramentos destes indicadores nos seus constituintes, tornando perceptível a relação causa-efeito entre estes. Assim, a alteração num destes constituintes vai influenciar o resultado do indicador integrante.

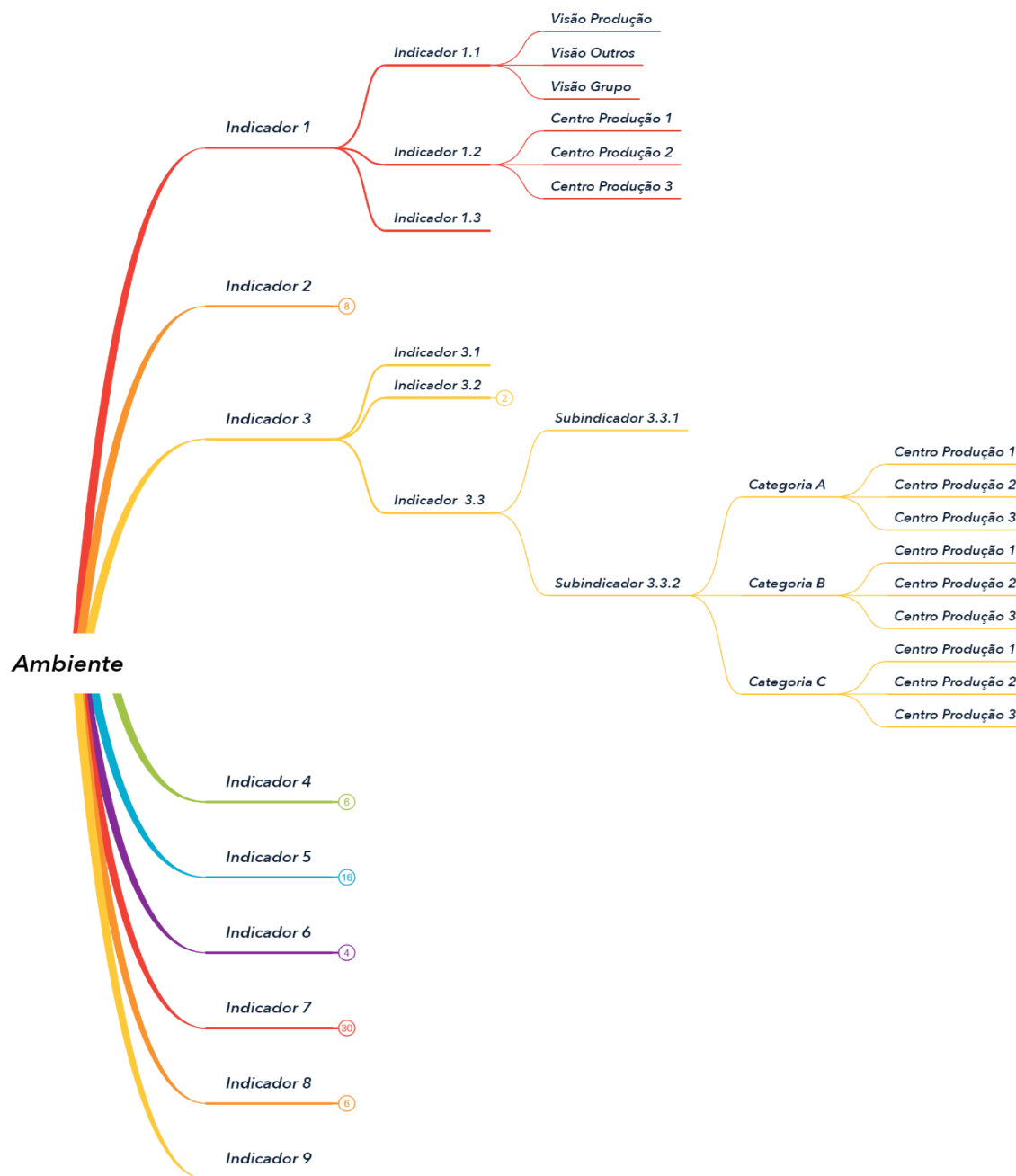


Figura 13 - Arquitetura da Árvore de Ambiente (Nota: por forma a garantir confidencialidade dos dados, foram ocultados os nomes dos indicadores)

3.2.2. Implementação das árvores de indicadores no Microsoft Power BI

Após a definição da arquitetura do sistema abordada na secção 3.2.1, passou-se à fase da implementação do SI de BI com base no Microsoft Power BI.

Conforme descrito anteriormente, o Microsoft Power BI permite a unificação de dados de várias origens de forma a possibilitar a criação de painéis e relatórios interativos e imersivos que fornecem informação contextualizada sobre os resultados organizacionais («Power BI», 2019). Neste sentido, o Power BI é constituído por um conjunto de serviços de software, aplicativos e conectores que permitem transformar os dados em informação, de forma a auxiliar a tomada de decisão e a gestão dos negócios («Microsoft Power BI Guided Learning», 2020). A nível funcional, esta ferramenta é composta por três elementos principais, o Power BI Desktop, o Serviço do Power BI e o Power BI Mobile que funcionam em conjunto para permitir a criação, visualização, interação e partilha de dados através de vários tipos de dispositivos. Sucintamente, o Power BI Desktop visa fazer a importação e tratamento das diferentes fontes de dados com a finalidade de permitir a criação dos relatórios que são, posteriormente, publicados no Serviço Power BI, um serviço de *cloud*. Desta forma, depois de publicados, os relatórios e conjuntos de dados integrados podem ser acedidos, visualizados e partilhados através das plataformas do Serviço do Power BI e do Power BI Mobile («Microsoft Power BI Guided Learning», 2020).

Tendo em conta que o objetivo deste trabalho se prende com a criação de um sistema de BI que permita a uniformização dos diferentes ficheiros de dados a fim de proceder ao seu tratamento, para posterior criação de informação de apoio ao processo de tomada de decisão, o foco desta secção é a explicitação da abordagem realizada no Power BI Desktop com o objetivo da obtenção dos relatórios de dados. Para isso, torna-se necessário percorrer as seguintes fases para uma correta modelação do sistema:

- a) Preparação dos dados
 - i. Importação dos ficheiros de dados
 - ii. Classificação dos dados
- b) Modelação dos dados
 - i. Estabelecimento das relações entre tabelas de dados
 - ii. Criação de medidas calculadas
- c) Criação das visualizações de dados, ou seja, dos relatórios
- d) Validação dos relatórios de dados

3.2.2.1. Preparação dos dados

Esta etapa tem como objetivo importar e tratar os ficheiros de forma a criar as tabelas de dados que irão suportar o modelo do Power BI. Este aplicativo permite a conexão a várias origens de dados como, por exemplo, ficheiros do Office, servidores SQL, sistema SAP, serviços de *cloud*, entre outros («Microsoft Power BI Guided Learning», 2020). No caso específico deste trabalho, a maioria dos ficheiros de origem estão em formato Excel (como o caso da base de dados do Jornal de Bordo, abordada anteriormente), embora existam, também, alguns ficheiros de dados oriundos do sistema SAP.

Tendo em conta a diversidade de ficheiros e formatos de dados existentes, numa primeira fase, procedeu-se ao tratamento dos mesmos, visando a sua uniformização. Isto é, geralmente, quando se incorporam tabelas de dados provenientes de outras fontes de dados, estas não estão

estruturadas de modo a que o Power BI as consiga interpretar, em virtude deste aplicativo interpretar as tabelas de dados como conjuntos de atributos, sendo estes definidos pelas diferentes colunas («Microsoft Power BI Guided Learning», 2020). Por conseguinte, torna-se necessário transformar estas tabelas, de forma a remover todo o “ruído” existente nos dados e a dispô-los segundo categorias expressas pelas colunas, culminando na obtenção de tabelas de dados que podem, então, ser utilizadas pelo aplicativo para gerar a informação através da sua interpretação e processamento.

Numa segunda etapa, classificaram-se os dados de cada uma das colunas, das diferentes tabelas, de acordo com o seu tipo (i.e., texto, número inteiro, número decimal, data, etc.). Esta classificação é fundamental para que o sistema consiga interpretar e utilizar os diferentes atributos para gerar a informação, garantindo a integridade dos dados («Microsoft Power BI Guided Learning», 2020). Após a realização desta etapa, as tabelas de dados ficam prontas a serem utilizadas no Power BI.

A figura 14 exemplifica um caso de importação e posterior transformação de um ficheiro Excel para que possa ser utilizado no Power BI. Neste sentido, esta figura evidencia o tratamento realizado na tabela de dados importada, no Power BI, de modo a colocar os atributos disposto segundo uma orientação à coluna, tendo estes sido classificados segundo o tipo de dados correspondente. Isto é, se se observar a tabela de dados original do ficheiro Excel, verifica-se que existem 4 categorias ou atributos de dados (“Mês / Ano”; “Centro de Produção”; “Produto”; “Valores”), pelo que a tabela de dados a ser utilizada pelo Power BI deverá conter esses atributos dispostos nas colunas.

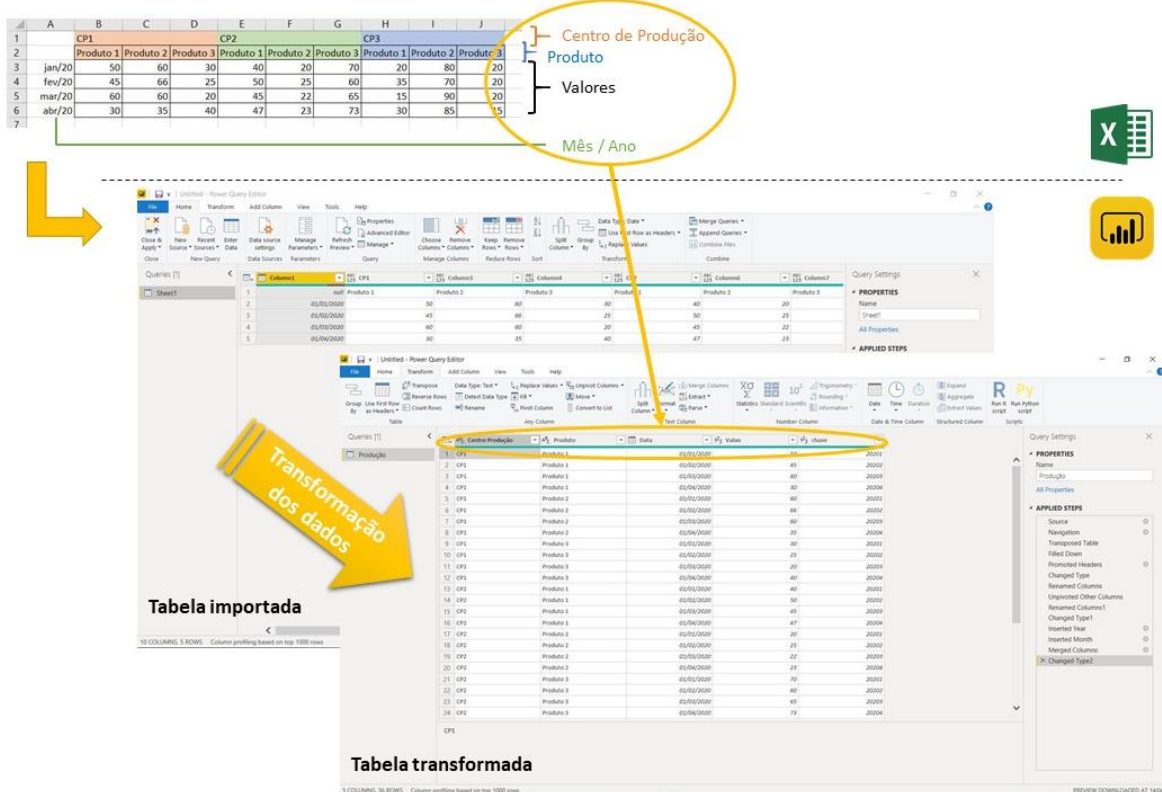


Figura 14 - Importação e transformação de uma tabela de dados, em Power BI

3.2.2.2. Criação do modelo de dados

Após a importação e tratamento das diferentes tabelas de dados, é necessário estabelecer as relações entre as diferentes tabelas, identificando o(s) atributo(s)-chave e estrangeiros, a fim de se criar uma conexão lógica entre as diferentes fontes de dados («Microsoft Power BI Guided Learning», 2020). Ou seja, nesta secção vai ser explicado o modelo de dados do sistema desenvolvido.

A figura 15 exemplifica a criação de uma relação entre 2 tabelas de dados, na qual é atribuída a cardinalidade de um-para-muitos, através da relação entre o par de atributos-chave (primário do lado um e estrangeiro do lado muitos). Adicionalmente, é necessário definir o sentido da filtragem cruzada, ou seja, o sentido de relacionamento entre tabelas, podendo este ser em ambos os sentidos ou limitado a apenas um. No caso apresentado desta figura, o sentido da filtragem cruzada ocorre da “Tabela chave” para a tabela “Produção”, pelo que as condições e restrições aplicadas à “Tabela chave” influenciam também a tabela “Produção”, sendo esta filtrada para as mesmas condicionantes.

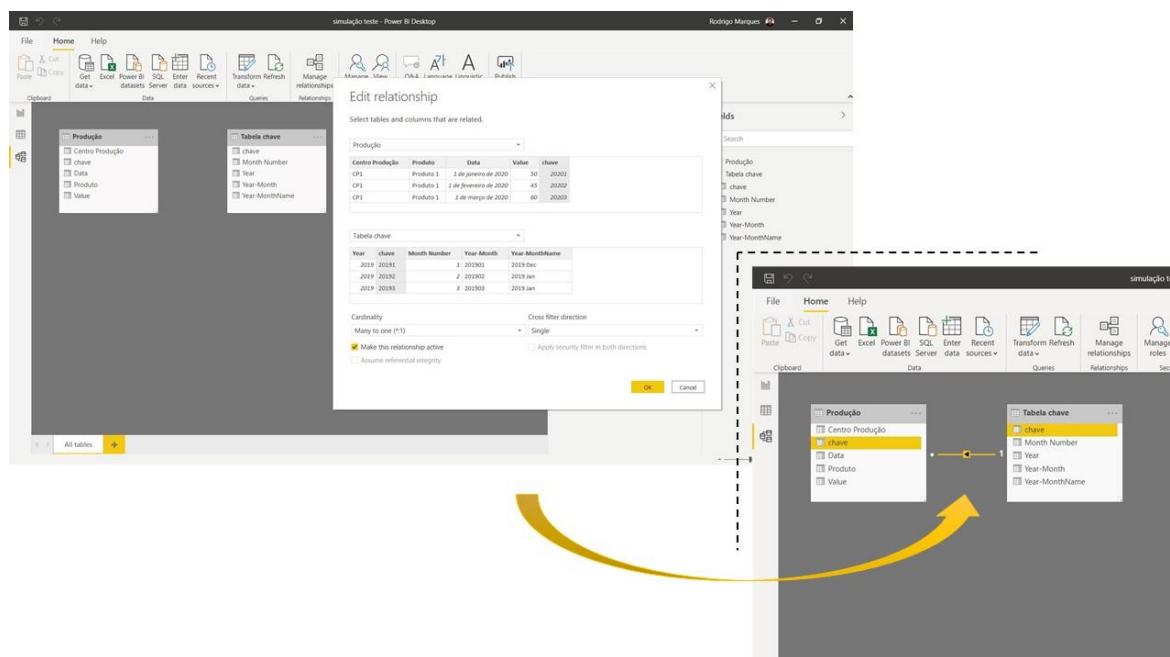


Figura 15 - Estabelecimento da relação entre duas tabelas de dados

Como cada elemento visual de um relatório de dados do Power BI corresponde a uma consulta que é realizada sobre o modelo de dados, com o intuito de permitir que o utilizador possa filtrar, agrupar ou resumir os dados, é necessário modelar o Power BI para que as relações entre tabelas permitam este dinamismo. Foi adotado um modelo relacional com base no modelo em esquema de estrela, no qual se utiliza uma tabela central, denominada por tabela de factos, que se relaciona com as tabelas de dados adjacentes, designadas por tabelas de dimensão («Compreender o que é um esquema de estrela e qual a importância para o Power BI», 2019). No entanto, com base neste modelo de dados, em esquema de estrela, foram realizadas algumas alterações que serão explicitadas em seguida.

A figura 16 apresenta o modelo de dados utilizado para a implementação da árvore de ambiente. Por motivos de confidencialidade dos parâmetros e indicadores utilizados neste projeto, a figura apresentada é meramente representativa, tendo sido ocultados os atributos correspondentes aos valores das tabelas de dados.

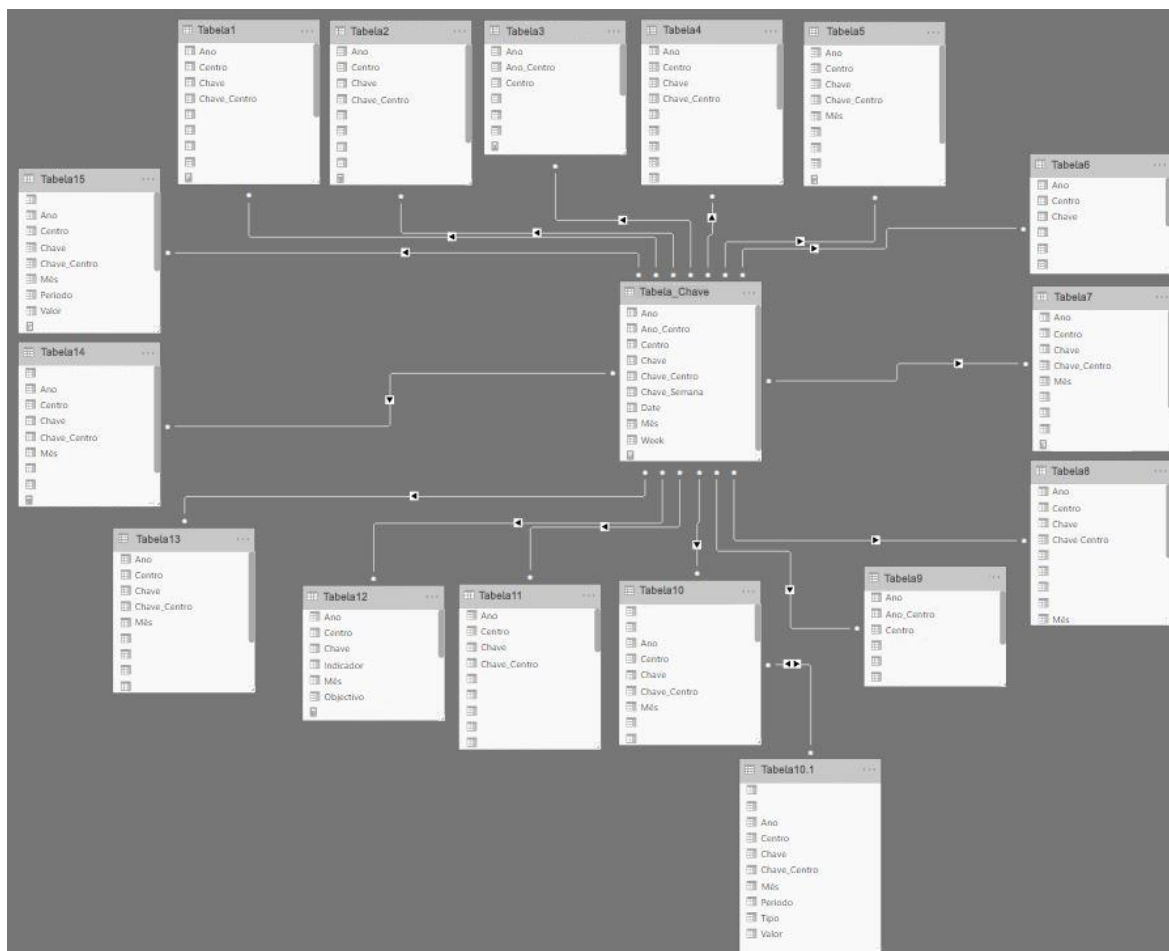


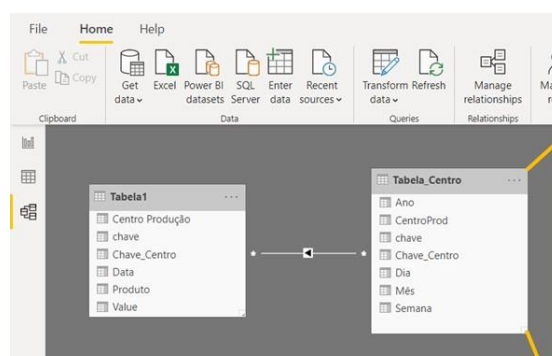
Figura 16 - Modelo de dados implementado para a Árvore de Ambiente

O princípio básico do modelo de dados implementado é a existência de uma tabela central, onde os filtros dos relatórios de dados são aplicados, e um conjunto de tabelas adjacentes que respondem consoante as restrições aplicadas à tabela central, sendo estas correspondentes às tabelas de dados importadas previamente. Esta situação é análoga ao exemplo apresentado na figura 15, em que se possui uma tabela central (“Tabela chave”) que contém como atributos os valores que permitem filtrar todo o relatório de dados, como o caso do ano, mês, centro de produção, etc.

Considerando que o relatório de dados da Árvore de Ambiente permite que o utilizador selecione o(s) ano(s), o(s) mês(es) e, ainda o centro de produção, para garantir que todas as tabelas de dados sejam filtradas para esse período e local, a restrição deve ser, igualmente, aplicada sobre as tabelas adjacentes. Este procedimento é conseguido com o relacionamento entre as tabelas, ou seja, através do par de atributos que definem a sua relação. Neste sentido, o atributo-chave definido para este caso, a “chave_centro”, é uma concatenação entre o ano civil, o mês e o centro produtivo. Com isto, por exemplo, se o utilizador seleccionar o ano de 2019, o mês de setembro (9) e o centro produtivo CP1, a tabela central (“Tabela_Chave”) vai ser filtrada para a condição “chave_centro” igual a “20199CP1”. Como o sentido da filtragem cruzada está definida

da tabela central para as adjacentes, estas vão ser filtradas para as mesmas condições, pelo que apenas serão visíveis as linhas em que a chave estrangeira seja igual a “20199CP1”. Com isto garante-se a consistência dos dados, uma vez que o utilizador, ao efetuar uma comparação entre tabelas de dados distintas, tem a garantia de que as está a analisar perante as mesmas condicionantes e restrições.

Relativamente à cardinalidade utilizada nestas relações do modelo de dados, esta teve de ser definida como uma relação de muitos-para-muitos. Esta situação deve-se ao facto de nem todas as tabelas de dados e indicadores terem a mesma unidade de medida. Ou seja, embora a maioria dos indicadores sejam analisados numa base mensal, existem alguns que são obtidos e referentes a um acompanhamento semanal. Neste caso, o sistema tem de conseguir identificar que a semana 43 de 2019 corresponde a uma das semanas que compõem o mês de outubro de 2019, por exemplo, para que, quando o utilizador selecione o mês de outubro do ano referido, o Power BI considere os valores dessa semana. Portanto, como cada ano e cada mês são constituídos por um conjunto de semanas, ao fazer a sua concatenação, a tabela de valores irá conter a repetição desta concatenação no número de vezes correspondentes ao número de semanas desse mês. Ou seja, no exemplo apresentado da Árvore de Serviço, como existe a necessidade de associar o dia e a semana ao respetivo mês e ano, para o ano de 2019, mês 1 (janeiro) e centro produtivo CP1, a coluna “Chave_Centro” vai conter o valor “20191CP1” 31 vezes, pois é o número de ocorrências da unidade mais elementar que constitui esta tabela, o dia, para o mês correspondente. Esta situação é ilustrada na figura 17, que mostra a constituição da coluna ou atributo “Chave_Centro”.



chave	Ano	Mês	Semana	Dia	CentroProd	Chave_Centro
20191	2019	1	1	1	CP1	20191CP1
20191	2019	1	1	2	CP1	20191CP1
20191	2019	1	1	3	CP1	20191CP1
20191	2019	1	1	4	CP1	20191CP1
20191	2019	1	1	5	CP1	20191CP1
20191	2019	1	2	6	CP1	20191CP1
20191	2019	1	2	7	CP1	20191CP1
20191	2019	1	2	8	CP1	20191CP1
20191	2019	1	2	9	CP1	20191CP1
20191	2019	1	2	10	CP1	20191CP1
20191	2019	1	2	11	CP1	20191CP1
20191	2019	1	2	12	CP1	20191CP1
20191	2019	1	3	13	CP1	20191CP1
20191	2019	1	3	14	CP1	20191CP1
20191	2019	1	3	15	CP1	20191CP1
20191	2019	1	3	16	CP1	20191CP1
20191	2019	1	3	17	CP1	20191CP1
20191	2019	1	3	18	CP1	20191CP1
20191	2019	1	3	19	CP1	20191CP1
20191	2019	1	4	20	CP1	20191CP1

Figura 17 - Conteúdo da tabela central

Do lado da tabela adjacente, a cardinalidade também terá de ser do tipo “muitos”, dado que as tabelas de dados importadas contêm vários registos para o mesmo mês, pelo que ocorre a

replicação da mesma “Chave_Centro”. Esta situação pode dever-se, por exemplo, à existência de registos diários.

Após a conclusão do modelo de dados, para que se possa proceder à criação dos relatórios de visualização, estes pressupõem a execução de um conjunto de cálculos sobre os dados, a fim de devolver as métricas ou indicadores pretendidos. Isto consegue-se com a utilização de três ferramentas disponíveis no Power BI: medidas, colunas e tabelas calculadas, que poderão ser definidas consoante as necessidades. Embora tenham finalidades distintas, todas estas permitem a execução de cálculos sobre os conjuntos de dados, utilizando, para esse fim, a linguagem DAX (*Data Analysis Expressions*) que possibilita a criação de fórmulas de cálculo («Microsoft Power BI Guided Learning», 2020).

Relativamente às tabelas calculadas, estas fornecem cálculos e dados intermédios que se pretendem armazenar como parte do modelo, sendo bastante úteis para, por exemplo, se realizar uma união cruzada entre duas tabelas. Por outras palavras, a utilização de uma tabela calculada dá origem à criação de uma tabela auxiliar que poderá ser utilizada no modelo de dados. Por sua vez, as colunas calculadas são utilizadas quando uma determinada tabela de dados não contém um campo ou atributo necessário, pelo que o Power BI possibilita a adição ou transformação de colunas já existentes nessa tabela de dados. Uma das situações recorrentes, no caso da Árvore de Ambiente, para a utilização desta ferramenta é a criação da chave estrangeira nas tabelas adjacentes, sendo uma concatenação entre o ano, mês e centro de produção, pelo que se adiciona um novo atributo a cada uma destas tabelas de dados. Por fim, relativamente às medidas calculadas, estas podem ser definidas como cálculos que são executados à medida que o utilizador interage com o relatório, não sendo armazenados nas bases de dados. Assim, as medidas calculadas são a ferramenta que possibilita mostrar, no relatório de dados, o resultado de um determinado cálculo sobre os dados («Microsoft Power BI Guided Learning», 2020). Neste sentido, são o meio visual de fornecer o resultado de um indicador, pelo que o cálculo do mesmo vai ser executado através das medidas calculadas.

3.2.2.3. Construção do relatório de dados

Os elementos visuais do Power BI possibilitam a apresentação dos dados de uma forma apelativa, através de uma variedade de elementos, como gráficos de diferentes formas, tabelas, matrizes, mapas, entre outros («Microsoft Power BI Guided Learning», 2020). Estes podem vir a ser utilizados na construção dos relatórios a colocar em *dashboards*.

No caso específico deste projeto, para cada árvore de indicadores, foram criados vários painéis gráficos com vista a dar resposta às diferentes necessidades identificadas na fase da análise de requisitos. Desta forma, numa primeira página foi construída uma estrutura gráfica que pretende mostrar os fluxogramas obtidos aquando da arquitetura do sistema, ou seja, a árvore de indicadores. As restantes páginas destes relatórios possuem um conjunto de gráficos, tabelas e outros elementos que pretendem detalhar acontecimentos de um determinado tema.

No capítulo 3.3 apresenta-se, um exemplo, do resultado obtido com a disponibilização da informação processada com este sistema, através da visualização do relatório de dados referente à Árvore de Ambiente.

Com a conclusão da elaboração destes relatórios de dados, estes podem então ser publicados no Serviço do Power BI, para que possam ser acedidos por todos os utilizados autorizados a consultar o mesmo.

3.2.2.4. Validação dos relatórios de dados

Após conclusão da elaboração da plataforma de BI, submeteu-se o sistema a um período de experimentação, por forma a que todos os membros pudessem, num ambiente real, efetuar testes e, assim, validar a estrutura de dados apresentada. Os testes foram efetuados pelos utilizadores das diferentes áreas e níveis hierárquicos da organização, posto que se pretendeu verificar se a estrutura de informação apresentada (nos relatórios de dados) corresponde e satisfaz as necessidades reais.

Adicionalmente, com o auxílio dos diferentes responsáveis de dados, procedeu-se à validação dos valores obtidos para cada uma das métricas apresentadas nestes relatórios, por forma a assegurar a integridade das fórmulas de cálculo utilizadas sobre os conjuntos de dados.

3.2.3. Atualização e manutenção do sistema

Uma vez que o sistema desenvolvido visa dar suporte à gestão da organização, as árvores de indicadores refletem os dados organizacionais referentes até ao período mensal anterior ao presente. Por conseguinte, estas árvores necessitam de ser atualizadas mensalmente, com o fecho do mês anterior, de forma a processarem e a disponibilizarem as informações para que os colaboradores da organização as possam utilizar e, assim, tomar decisões. Neste sentido, a fim de assegurar a atualização do sistema desenvolvido, é necessário garantir a extração e, posterior, incorporação de todos os ficheiros de dados, que alimentam os diferentes relatórios de dados, no Power BI. Para isso, procedeu-se ao mapeamento deste fluxo de atualização com o objetivo de identificar e documentar as diferentes atividades que são necessárias executar para garantir o processo de atualização das árvores de indicadores, sendo também identificadas as diferentes áreas que intervêm no processo e as suas responsabilidades sobre o mesmo.

Em virtude de se pretender desenhar e estudar uma forma eficiente e robusta de realizar este processo de atualização dos ficheiros de dados, a ferramenta BPMN 2.0 foi utilizada de forma a auxiliar o processo de reflexão e análise das atividades a serem executadas. Neste sentido, através de sucessivas iterações, foi-se aperfeiçoando o processo com a remoção das atividades que não acrescentam valor (levando, por isso, a um desperdício). Desta forma, o resultado esperado deste processo é a obtenção de um fluxo que permita uma coordenação e comunicação eficiente entre as várias áreas envolvidas. O fluxograma obtido para este processo de atualização dos ficheiros, realizado com recurso ao BPMN 2.0, pode ser consultado no ANEXO A.

Neste mapeamento de processo (ANEXO A), é possível observar a existência de dois tipos de intervenientes, o colaborador do PEO (que corresponde a uma das pessoas responsáveis pela equipa de atualização do Power BI, sendo este projeto da responsabilidade da área de Processos e Excelência Operacional - PEO) e o responsável de dados (um dos colaboradores que trabalha numa área na qual realiza o processamento de dados que são necessários importar no Power BI). O

processo inicia-se ao sexto dia de cada mês com o envio automático e programado de um email a solicitar o ficheiro de dados atualizado ao mês em questão, sendo este enviado para o responsável de dados correspondente ao ficheiro em causa. Este, ao receber o lembrete de aviso, procede à extração dos dados, podendo realizar uma extração direta do SAP (um ERP) ou obter os mesmos a partir dos ficheiros de Excel de trabalho da área, resultando na obtenção do ficheiro de dados. Este ficheiro é então enviado para o colaborador do PEO definido (cada um dos colaboradores desta área é responsável por uma árvore que deve gerir e atualizar). Este, armazena o ficheiro no SharePoint da área, de forma a que o mesmo possa ficar acessível para qualquer elemento da equipa (por uma questão de segurança, caso o responsável não consiga realizar a atualização, a restante equipa poderá efetuar-la). Com a conclusão desta atividade, o colaborador do PEO procede à atualização ou incorporação deste ficheiro de dados no Power BI, de forma a atualizar os indicadores da árvore. Em seguida, este colaborador verifica o relatório de dados no sentido de observar a existência de valores para os indicadores do mês em questão, uma vez que a ausência de um indicador sugere um erro no processamento dos dados. Com a conclusão desta atividade, o relatório de dados é publicado, sendo enviado um email a informar que a árvore se encontra atualizada, podendo já ser consultada por todos os utilizadores autorizados. A partir deste momento, os responsáveis de dados procedem à verificação e validação dos valores e informações disponibilizadas, tendo um prazo de dois dias úteis para informar sobre qualquer desvio encontrado. Caso se verifique esta situação, o responsável de dados reporta esta anomalia ao colaborador do PEO, para que este proceda à análise e retificação do problema encontrado, concluindo-se o processo de atualização mensal.

Relativamente à manutenção do sistema implementado, tendo em conta que as necessidades de visualização e utilização da informação podem variar ao longo do tempo, é necessário assegurar uma revisão contínua dos relatórios de dados. Além disso, dado o elevado número de pessoas, funções, áreas e sites operacionais que utilizam este sistema, é necessário assegurar que a informação disponibilizada, nestes relatórios de dados, seja pertinente e permita auxiliar e suportar a tomada de decisões. Assim, a melhoria contínua do sistema desenvolvido é fundamental para possibilitar a identificação e eliminação gradual dos desperdícios associados aos processos informativos, procurando, sucessivamente, oferecer um valor superior (i.e., a informação disponibilizada) para o utilizador do sistema.

Neste sentido, e de forma a garantir que todas as sugestões de melhoria sejam analisadas e eficientemente implementadas (caso aprovadas), procedeu-se à realização do mapeamento deste processo de solicitação de alterações, nos relatórios de dados. Este mapeamento (ANEXO B) foi realizado com recurso ao BPMN 2.0.

Conforme é possível observar no anexo supracitado, este processo poderá necessitar da intervenção de três entidades organizacionais: a área operacional, na qual são identificados dois papéis de negócio distintos, os colaboradores da área e o diretor da mesma; a área de Processos e Excelência Operacional (PEO), subdividida nos respetivos papéis de negócio (diretor e colaboradores); e, os responsáveis de dados, que são os colaboradores que estão encarregues de processarem e analisarem os diferentes dados e indicadores operacionais.

Este processo inicia-se com a identificação de uma nova necessidade ou de uma sugestão de melhoria pelo colaborador de uma das áreas operacionais (neste exemplo, da área da logística).

Este, em seguida, analisa se a necessidade identificada é uma necessidade individual ou se mais colaboradores necessitam daquela informação. Esta decisão é realizada pelo facto de se esperar que os colaboradores possam criar relatórios ou visões adicionais que respondam melhor às suas necessidades específicas e individuais do seu posto de trabalho, a partir dos conjuntos de dados previamente tratados e publicados no Serviço do Power BI. Ou seja, para necessidades específicas, é suposto que estes criem visões detalhadas que apenas ficam armazenadas e disponíveis (exceto se partilhadas) para o utilizador que as criou, pelo que o relatório de dados geral da organização não sofre qualquer alteração. Contudo, se esta necessidade identificada for partilhada por vários colaboradores do grupo, faz, então, sentido incluí-la no relatório de dados geral, para que fique acessível a todos os utilizadores autorizados. Neste caso, esta situação leva a que o colaborador transmita e solicite a alteração pretendida para o diretor da sua área. Em sequência da receção desta sugestão, o diretor da área de logística analisa e aprova a mesma. Caso o seu parecer seja positivo, o diretor da logística transmite esta sugestão ao diretor da área do PEO (área esta responsável pela manutenção do sistema desenvolvido em Power BI).

Por sua vez, o diretor do PEO, analisa a sugestão em causa, verificando se a mesma trará valor para as diferentes áreas. Desta forma, esta atividade de análise resulta na aprovação da sugestão, sendo esta decisão enviada, novamente, para o diretor da área de logística. Este, ao receber o resultado da aprovação, comunica-o, por email, ao colaborador da sua área (mentor da sugestão da alteração em causa). Se o resultado da mesma for negativo, a sugestão de alteração não é realizada, terminando o processo. Na eventualidade de o resultado da aprovação ser positivo, o colaborador da logística fica encarregue do preenchimento do formulário de alteração dos relatórios de dados. Esta atividade origina um documento, o formulário de alteração, no qual, é elaborada uma descrição pormenorizada da alteração pretendida, da proveniência da fonte de dados (para métricas em causa) e da identificação do responsável de dados para essa extração e/ou acompanhamento. Após a conclusão do preenchimento deste documento, o mesmo é enviado para o PEO, onde o colaborador responsável pela manutenção da árvore de indicadores, em causa, vai proceder à sua modificação.

Neste sentido, a primeira atividade executada por este colaborador é a verificação da existência, no Power BI, dos dados necessários para esta modificação. Caso o presente relatório de Power BI já possua os dados necessários para elaborar as visualizações pretendidas, o colaborador do PEO realiza, então, a alteração pretendida. Contudo, se se verificar a inexistência dos dados necessários, o colaborador do PEO solicita os mesmos ao responsável de dados em questão. Este, ao receber esta solicitação, procede à extração dos mesmos, podendo realizar uma extração direta do SAP ou obtê-los a partir dos ficheiros de Excel de trabalho da área, resultando na obtenção do ficheiro de dados. Após o envio do ficheiro ao colaborador do PEO, este procederá ao seu armazenamento no SharePoint da área. Logo que esta etapa esteja concluída, este ficheiro de dados pode, então, ser importado e tratado, no Power BI, de forma a disponibilizar as tabelas de dados indispensáveis para a execução da alteração solicitada. Desta forma, o colaborador do PEO pode, então, realizar a alteração necessária, publicando, na conclusão desta atividade, o novo relatório de dados no Serviço do Power BI (para que todos os utilizadores autorizados da organização possam consultar o presente relatório). Após a realização e término desta atividade, será enviado um email de aviso da conclusão da mesma, sendo este remetido para o colaborador

da área de logística e para o responsável de dados. Neste sentido, solicita-se ao colaborador da logística que valide e verifique a conformidade da sugestão efetuada, com a finalidade de se perceber se as alterações executadas respondem, devidamente, às necessidades identidades anteriormente. Relativamente ao responsável de dados, este efetua uma validação em termos da correção da informação disponibilizada no relatório de dados, visando detetar possíveis erros ao nível do processamento dos dados. Com a receção dos *feedbacks* de ambas as partes, o colaborador do PEO procede à correção das alterações necessárias, no caso de receber um feedback negativo, ou, no caso oposto, atualiza toda a documentação técnica (i.e., manuais de atualização das árvores, listagem dos responsáveis pelo envio dos dados, entre outros) da árvore de indicadores que foi alterada, concluindo o processo de alterações das visões e/ou indicadores presentes nos relatórios de dados.

3.2.4. Realização de formações para a utilização do sistema implemento

Ao longo deste projeto foram também realizadas um conjunto de formações às diversas áreas com o intuito de explicitar a importância da utilização desta ferramenta, bem como nutrir os diferentes colaboradores do conhecimento necessário à utilização da nova solução. Espera-se, portanto, que os utilizadores possam não só consultar e navegar os relatórios de dados que contêm as informações disponibilizadas pelo Power BI mas também criar relatórios adicionais que respondam às necessidades específicas e individuais do seu posto de trabalho, a partir dos conjuntos de dados publicados no Serviço do Power BI. Ou seja, espera-se que os utilizadores desta ferramenta possam criar visões adicionais (i.e., gráficos, tabelas, etc.) com base nas bases de dados disponibilizadas com a atualização do Power BI. Desta forma, consegue-se manter a consolidação de toda a informação, pois todos os colaboradores estão a utilizar as mesmas fontes de dados que são disponibilizadas pelo Power BI. Além disso, como estas modificações são efetuadas no Serviço Power BI (um serviço de *cloud*), estas serão guardadas apenas para o utilizador que as define (salvo se este pretender partilhar com terceiros), pelo que não ocorrem modificações sobre os relatórios de dados publicados para a organização.

3.3. Apresentação dos resultados

Com a implementação do sistema desenvolvido com base no Power BI, foi possível fazer uma integração de um conjunto alargado de indicadores da *Supply Chain* do Super Bock Group, num único repositório central. Com esta integração, foi possível a construção de cinco árvores de indicadores que representam um agrupamento por categoria departamental ou funcional das diferentes necessidades de visualização da informação, a saber: as árvores de serviço, qualidade, pessoas, ambiente e custos. A tabela 3 apresenta o número de indicadores que são acompanhados por árvore de indicador, nos seus diferentes níveis de detalhe, bem como o número de ficheiros ou bases de dados (BD) que são utilizados para fazer a alimentação deste sistema.

Tabela 3 - Dimensionamento do sistema implementado

Árvore		N1	N2	N3	N4
Custos	Nº Indicadores	7	19	38	1883
	Nº Ficheiros	14			
Qualidade	Nº Indicadores	5	9	31	1222
	Nº Ficheiros	11			
Serviço	Nº Indicadores	9	32	60	183
	Nº Ficheiros	23			
Pessoas	Nº Indicadores	6	6	39	45
	Nº Ficheiros	6			
Ambiente	Nº Indicadores	9	35	49	0
	Nº Ficheiros	18			
TOTAL	Nº Indicadores	36	101	217	3333
	Nº Ficheiros	72			

Como se pode observar na tabela 3, no nível de detalhe N1 estão presentes 36 indicadores, distribuídos pelas diferentes árvores, considerados como indicadores-chave, uma vez que representam uma visão macro e global de todo o grupo. O nível N2 contém os desdobramentos destes indicadores-chave, num total de 101, sendo que o maior desdobramento aconteceu na Árvore Ambiente (35), seguindo-se o da Árvore Serviço (32). Dado que os terceiro e quarto níveis de especificação são desdobramentos consecutivos desses níveis de detalhe num nível superior, apenas os subindicadores mais relevantes para o acompanhamento do grupo como um todo foram colocados na visão de árvore, estando os restantes representados nas visões detalhadas de cada uma das árvores. Assim, no nível N3, encontrara-se um total de 217 indicadores com a maior parcela para a Árvore Serviços (60).

De notar que, para implementar o sistema descrito, foi necessária a consolidação de 72 ficheiros de onde são provenientes os diferentes dados. Dada a ordem de grandeza do presente projeto, seguidamente serão ilustrados alguns resultados em termos da perspetiva da visualização do sistema, de apenas uma árvore, neste caso a Árvore de Ambiente. Desta forma, as figuras 18 e 19 representam duas das páginas do relatório de dados desenvolvido para a Árvore de Ambiente. Note-se que, por questões de confidencialidade, as referidas imagens são meramente exemplificativas, tendo sido ocultado o nome dos indicadores.

Conforme é possível observar nas figuras 18 e 19, estes relatórios contêm múltiplas páginas de forma a responder adequadamente às diferentes necessidades identificadas durante a fase de análise de requisitos. Os relatórios apresentam, numa primeira página, a árvore de indicadores (figura 18), na qual estão presentes os indicadores-chave que reportam uma visão geral sobre toda a organização, bem como os seus desdobramentos. Relativamente às restantes páginas do relatório, estas apresentam visões detalhadas que correspondem à análise de um determinado tema ou indicador numa perspetiva mais operacional e, por isso, num nível de detalhe muito

superior. Este esquema de múltiplas páginas pretende fornecer uma árvore de indicadores que contém apenas as métricas mais relevantes e necessárias do ponto de vista da gestão do grupo, permitindo aos utilizadores uma perceção imediata dos pontos de especial atenção. No caso de se pretender realizar uma análise mais aprofundada sobre um determinado tema, os utilizadores deverão consultar a respetiva visão detalhada.

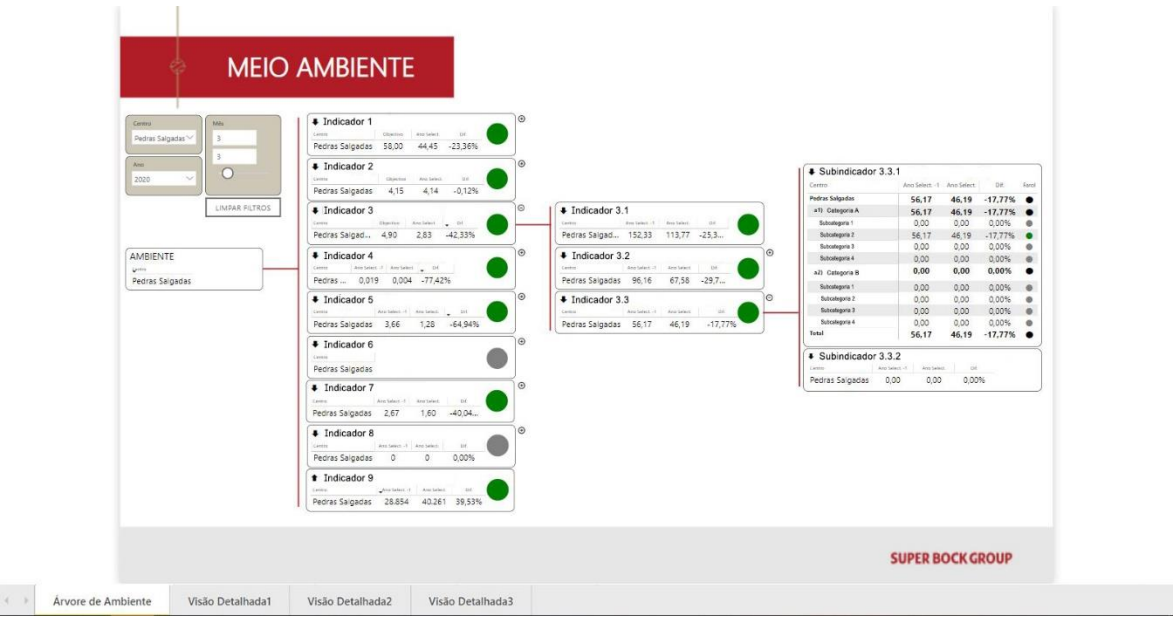


Figura 18 - Árvore de Ambiente



Figura 19 - Visão detalhada da Árvore de Ambiente

Relativamente à visualização do esquema em árvore (figura 18), o relatório desenvolvido apresenta um painel de indicadores com o objetivo de suportar o processo de tomada de decisão. Esta visão de árvore contém vários níveis de detalhe dos indicadores apresentados, pretendendo salientar apenas os pontos essenciais para o acompanhamento da atividade do grupo. Estes diferentes níveis de detalhe do esquema em árvore pretendem representar as relações de causa-efeito entre indicadores, permitindo que os utilizadores tenham uma noção mais prática e imediata das implicações que um parâmetro pode desencadear noutro.

De forma a tornar a visualização da informação mais perceptível e organizada, para os casos em que se possui um indicador desdobrado numa estrutura hierárquica (como o caso do Subindicador 3.3.1, presente na figura 18), o Power BI permite ainda a aplicação de mecanismos de *drill-down* que possibilitam ao utilizador desagregar os valores obtidos em níveis de detalhe superiores para revelar informações adicionais («Desagregação e agregação num elemento visual», 2020). Ou seja, ao invés da tabela apresentada no Subindicador 3.3.1 exibir todos os registos dos campos de dados (“centro”, “categoria” e “subcategoria”, que estão dispostos numa relação hierárquica, respetivamente), apenas serão apresentados os valores correspondentes aos campos de dados e no nível de pretendido. Assim, o utilizador conseguirá visualizar apenas a informação pretendida, não havendo um desperdício de tempo na leitura dos mesmos, causado por um excesso de informação.

Adicionalmente, foram colocadas, nos indicadores, sinaléticas coloridas/cromáticas, semelhantes a semáforos, de forma a serem imediatamente perceptíveis os resultados obtidos face ao seu valor objetivo. Assim, a vermelho sinalizam-se os indicadores que apresentam um resultado negativo face ao seu objetivo, pelo que deverão ser alvo de atenção prioritária. A verde, assinalam-se aqueles que apresentam um resultado dentro do intervalo pretendido, colocando a cinzento os indicadores que não possuem valores objetivos, razão pela qual o semáforo não tem significado.

Esta sinalética cromática (de três cores) tem como objetivo a gestão visual da informação, melhorando não só a comunicação como a rapidez no conhecimento de desvios. A título exemplificativo, como se pode observar na figura 20 que apresenta uma visão da Árvore de Meio Ambiente para os meses de setembro e outubro de 2019, o indicador 7 encontra-se a vermelho, o que significa a existência de um desvio deste parâmetro face ao seu objetivo. Assim, desdobrando este indicador, para o seu nível de detalhe seguinte, é possível verificar que o indicador 7.1 apresenta uma diferença significativa face ao seu objetivo, o que explica o desvio do indicador macro. Seria esta, portanto, a prioridade de análise, porque, dada a estrutura da árvore apresentar as relações causa-efeito, os decisores conseguem perceber imediatamente que, ao corrigirem a situação evidenciada no indicador 7.1, estarão a trabalhar sobre a causa-raiz do problema. Desta forma, é possível concluir que esta ferramenta de BI poderá auxiliar a organização não só na obtenção de informação crítica sobre o estado atual e histórico da organização como também permite a tomada de decisão com intervenção na priorização dos principais pontos de atuação.

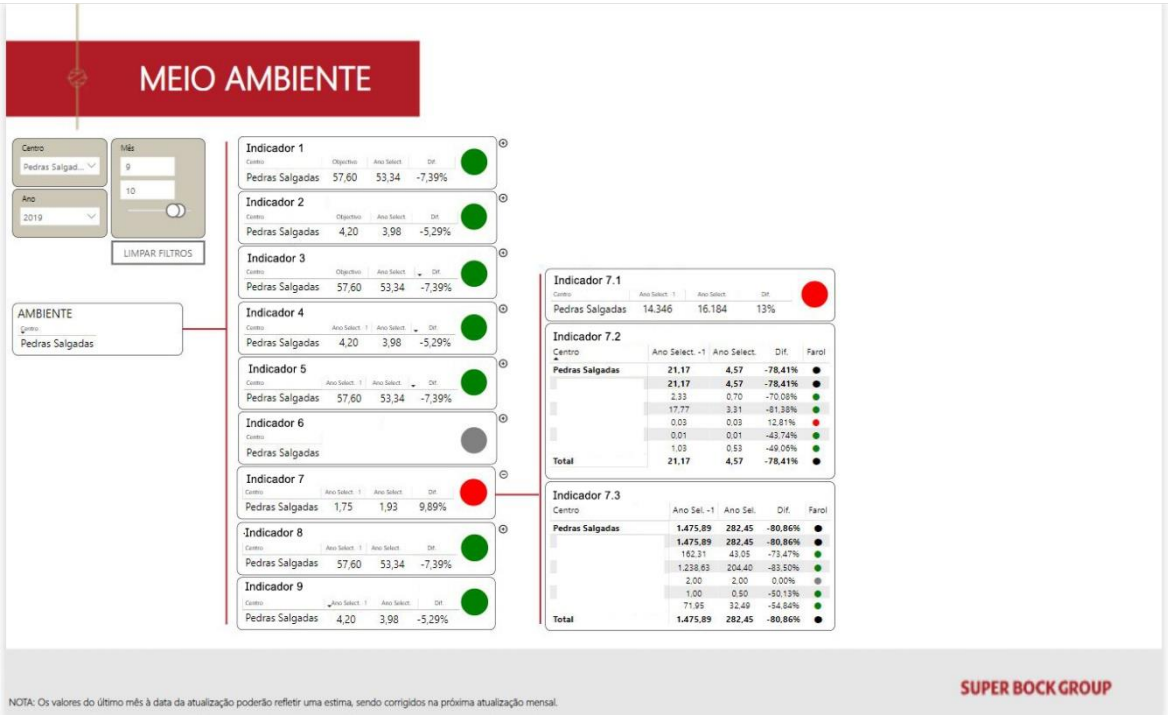


Figura 20 - Árvore de Ambiente

4. Conclusões, limitações e trabalho futuro

O presente relatório apresentou um estudo conduzido no Super Bock Group, que culminou no desenvolvimento de uma solução de BI por forma a consolidar os diferentes indicadores da *Supply Chain* num único repositório central e, assim, tornar possível o tratamento de todos os dados e potenciar a disponibilização da informação sobre o estado de atividade do grupo. Desta forma, esta solução pretende apoiar a tomada de decisão com base em eventos e acontecimentos.

A implementação de um sistema desta natureza possibilitou o acesso à informação relevante e de suporte à tomada de decisão por parte de diferentes colaboradores, independentemente da sua localização e momento de acesso. Além disso, com a centralização das diferentes fontes de informação e seus formatos distintos (ficheiros Excel, BD relacionais, etc.), permitiu melhorar não só o processamento e cruzamento dos dados como também melhorar a qualidade da informação e a rapidez de comunicação desta aos decisores. Esta possibilidade deveu-se ao facto de os dados e a informação passarem a circular de forma automática, e na medida das necessidades, através de um processo automatizado. Assim, estes fatores contribuíram para a eliminação dos desperdícios associados à procura por falha e à procura por fluxo, identificados por Hicks (2007), uma vez que a informação necessária e requerida está permanentemente disponível para consulta, por todos os utilizadores autorizados.

Como o sistema desenvolvido visa dar suporte à gestão da organização, as árvores de indicadores refletem os dados organizacionais referentes ao período mensal anterior. Assim, estas árvores são atualizadas mensalmente com o fecho do mês anterior, de forma a processarem e a disponibilizarem as informações para que os gestores as possam utilizar. Uma das vantagens do Power BI vem no seguimento desta questão das atualizações. Dado que as diferentes tabelas de dados já contêm máscaras de formatação previamente definidas, a atualização de toda a informação torna-se muito mais simples, bastando, para o efeito, atualizar as fontes de dados correspondentes. Com este mecanismo, consegue-se, também, uma melhoria significativa na rapidez da obtenção de informação, visto deixar de ser necessário o processamento mensal de todos os ficheiros de dados de forma manual, conduzindo, assim, a uma melhoria da qualidade e da rapidez da tomada de decisões. Adicionalmente, e uma vez que os diferentes colaboradores deixam de processar esses dados, ficam libertos para desempenharem as suas tarefas *core*, libertando-os, assim, de tarefas que poderão ser de valor não-acrescentado. O processamento automático dos dados permite, ainda, assegurar a consistência dos mesmos, pois as diferentes etapas de cálculo e de transformação das BD deixam de estar sujeitas a erros e/ou a diferentes interpretações por agentes humanos, garantindo, a integridade dos resultados. Desta forma, esta situação permite a eliminação do desperdício associado ao fluxo defeituoso (identificado por Hicks (2007)), pois não serão despendidos tempos adicionais e/ou recursos para a correção ou verificação de informação potencialmente defeituosa.

Por fim, tendo em conta que o Power BI possibilitou a criação de relatórios que contêm os principais indicadores operacionais de todo o grupo, pode concluir-se que este sistema incrementou uma melhoria na qualidade e na rapidez da tomada de decisões, já que o conhecimento do estado histórico e atual da organização, contribui fortemente para a projeção do futuro. Com a gestão visual dos dados, consegue-se perceber de imediato o estado das métricas e,

com base nisso, atuar em tempo real, possibilitando, ainda, uma compreensão rápida da relação causa-efeito entre indicadores. Além disso, estes sistemas permitem, também, auxiliar a priorização das decisões estratégicas e organizacionais. Assim, a aplicação da gestão visual dos dados possibilitou a eliminação do desperdício associado ao excesso ou sobrecargas de informações, desperdício este identificado por Hicks (2007).

De forma a garantir a sustentabilidade desta ferramenta, foram mapeados fluxos de atualização que contêm a identificação dos diferentes intervenientes no processo, suas responsabilidades e o modo de atuação no processo. Complementarmente, foram também criados manuais de atualização mensal que descrevem pormenorizadamente os diferentes passos a seguir para atualizar corretamente todas as tabelas de dados.

Dada a natureza e finalidade do projeto apresentado, a dimensão do mesmo e a falta de padronização, face à situação inicial do processo (devido à inexistência de um processo formalizado e estruturado de comunicação e divulgação da informação) tornou-se difícil a medição quantitativa do desempenho do sistema. Contudo, se se observar o estudo de caso desenvolvido por Bevilacqua et al. (2015) numa indústria italiana do setor automóvel, apresentado na secção 2.3.3, pode-se verificar que o conceito do problema em estudo é similar. Neste sentido, conforme comprovado pelos autores deste estudo, é possível verificar de uma forma quantitativa que a integração de sistemas e a aplicação de uma metodologia ou filosofia de *Lean Information Management* (LIM) possibilita a melhoria da eficiência dos processos (neste caso, do fluxo de informação) e dos resultados organizacionais, o que permite um ganho de vantagem competitiva.

De referir, ainda, que no contexto deste projeto alguns ficheiros que servem como base para o cálculo de indicadores são ficheiros de trabalho, pelo que estão expostos a alterações de estrutura que decorrem da sua própria natureza. Como o Power BI aplica um conjunto de passos pré-estabelecidos para o tratamento dos dados, a situação acima exposta pode constituir uma limitação à atualização automática dos dados, levando a um “retrabalho” no sentido de averiguar, mensalmente, a conformidade destes ficheiros para que possam ser introduzidos no sistema.

Tendo em conta esta limitação e com vista à automação do processo de atualização dos ficheiros, pretende-se como trabalho futuro, no âmbito deste projeto, migrar estes ficheiros de trabalho para um SI que permita garantir a integridade de dados e de estrutura, de forma a ser possível a conexão direta do SI ao Power BI. Neste sentido, pretende-se que as atualizações de dados sejam realizadas de forma automática e previamente agendada, melhorando o tempo necessário para a atualização do sistema, passando a ser muito reduzido.

Referências bibliográficas

- A brief history of lean. (2020). Obtido 24 de Maio de 2020, de Lean Enterprise Institute website: <https://www.lean.org/whatslean/history.cfm>
- Ackoff, R. (1989). From data to wisdom. *Journal of Applied Systems Analysis*, 16, 3–9.
- Alizon, F., Shooter, S. B., & Simpson, T. W. (2009). Henry Ford and the Model T: Lessons for product platforming and mass customization. *Design Studies*, 30(5), 588–605. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2009.03.003>
- Bevilacqua, M., Ciarpica, F. E., & Paciarotti, C. (2015). Implementing lean information management: The case study of an automotive company. *Production Planning & Control*, 26(10), 753–768. <https://doi.org/10.1080/09537287.2014.975167>
- Big data: What it is and why it matters. (2020). Obtido 5 de Abril de 2020, de SAS website: https://www.sas.com/en_us/insights/big-data/what-is-big-data.html
- Big Data Analytics - what it is and why it matters. (2020). Obtido 2 de Fevereiro de 2020, de SAS website: https://www.sas.com/en_us/insights/analytics/big-data-analytics.html
- Big data and digital platforms. (2017). Obtido 2 de Fevereiro de 2020, de European Commission website: https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/digital-transformation/big-data-digital-platforms_en
- Braganza, A. (2004). Rethinking the data-information-knowledge hierarchy: Towards a case-based model. *International Journal of Information Management*, 24(4), 347–356. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2004.04.007>
- Büchi, G., Cugno, M., & Castagnoli, R. (2020). Smart factory performance and Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 150. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119790>
- Chaudhary, P., Hyde, M., & Rodger, J. A. (2017). Exploring the benefits of an agile information system. *Intelligent Information Management*, 09(05), 133–155. <https://doi.org/10.4236/iim.2017.95007>
- Chiarvesio, M., & Romanello, R. (2018). Industry 4.0 technologies and internationalization: Insights from Italian companies. Em *Progress in International Business Research* (Vol. 13, pp. 357–378). <https://doi.org/10.1108/S1745-886220180000013015>
- Chui, M., Löffler, M., & Roberts, R. (2010). The internet of things. Obtido 2 de Fevereiro de 2020, de McKinsey & Company website: <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/the-internet-of-things>
- Clark, J. (2016). What is the internet of things, and how does it work? Obtido 2 de Fevereiro de 2020, de IBM website: <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/what-is-the-iot/>
- Coimbra, E. A. (2016). *Kaizen: Uma estratégia de melhoria, crescimento e rentabilidade*. Madrid: McGraw-Hill.
- Compreender o que é um esquema de estrela e qual a importância para o Power BI. (2019). Obtido 5 de Maio de 2020, de Microsoft Docs website: <https://docs.microsoft.com/pt-pt/power-bi/guidance/star-schema>
- Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 204, 383–394. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.019>

- Davenport, T. H., & Harris, J. G. (2007). *Competing on analytics: The new science of winning*. Harvard Business Press.
- Davenport, Thomas H., Harris, J. G., De Long, D. W., & Jacobson, A. L. (2001). Data to knowledge to results: Building an analytic capability. *California Management Review*, 43(2), 117–138. <https://doi.org/10.2307/41166078>
- de la Vara, J. L., Sánchez, J., & Pastor, Ó. (2008). Business process modelling and purpose analysis for requirements analysis of information systems. *International Conference on Advanced Information Systems Engineering CAiSE 2008*, 5074 LNCS, 213–227. https://doi.org/10.1007/978-3-540-69534-9_17
- De Mauro, A., Greco, M., & Grimaldi, M. (2016). A formal definition of big data based on its essential features. *Library Review*, 65(3), 122–135. <https://doi.org/10.1108/LR-06-2015-0061>
- Delen, D., & Demirkan, H. (2013). Data, information and analytics as services. Em *Decision Support Systems* (Vol. 55, pp. 359–363). <https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.05.044>
- Desagregação e agregação num elemento visual. (2020). Obtido 5 de Maio de 2020, de Microsoft Docs website: <https://docs.microsoft.com/pt-pt/power-bi/consumer/end-user-drill>
- Díaz, A., Lorenzo, O., & Claes, B. (2010). ERP implementation strategies: The importance of process modeling and analysis. *Lecture Notes in Business Information Processing*, 63 LNBIP, 95–112. https://doi.org/10.1007/978-3-642-15723-3_7
- Elnagar, S., Weistroffer, H., & Thomas, M. (2019). Agile requirement engineering maturity framework for industry 4.0. *Lecture Notes in Business Information Processing*, 341, 405–418. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11395-7_31
- Fedorowicz, J., Gelinas, U. J., Gogan, J. L., Howard, M., Markus, M. L., Usoff, C., & Vidgen, R. (2005). Business process modeling for successful implementation of interorganizational systems. *Association for Information Systems - 11th Americas Conference on Information Systems, AMCIS 2005: A Conference on a Human Scale*, 6, 2994–3004.
- Furlow, G. (2001). The case for building a data warehouse. *IT Professional*, 3(4), 31–34. <https://doi.org/10.1109/6294.946616>
- Galsworth, G. D. (2011). *Work That Makes Sense* (1.^a ed.). <https://doi.org/978-1932516302>
- Getting started with VBA in Office. (2019). Obtido 26 de Maio de 2020, de Microsoft Docs website: <https://docs.microsoft.com/en-us/office/vba/library-reference/concepts/getting-started-with-vba-in-office>
- Global automotive market share in 2019, by brand. (2020). Obtido 25 de Maio de 2020, de Statista website: <https://www.statista.com/statistics/316786/global-market-share-of-the-leading-automakers/>
- Graja, I., Kallel, S., Guermouche, N., & Kacem, A. H. (2016). BPMN4CPS: A BPMN extension for modeling cyber-physical systems. *Proceedings - 25th IEEE International Conference on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, WETICE 2016*, 152–157. <https://doi.org/10.1109/WETICE.2016.41>
- Graja, I., Kallel, S., Guermouche, N., & Kacem, A. H. (2017). Modeling and verification of temporal properties in cyber-physical systems. *2017 14th IEEE Annual Consumer Communications and Networking Conference, CCNC 2017*, 325–330. <https://doi.org/10.1109/CCNC.2017.7983127>
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design principles for industrie 4.0 scenarios. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2016-March*, 3928–3937.

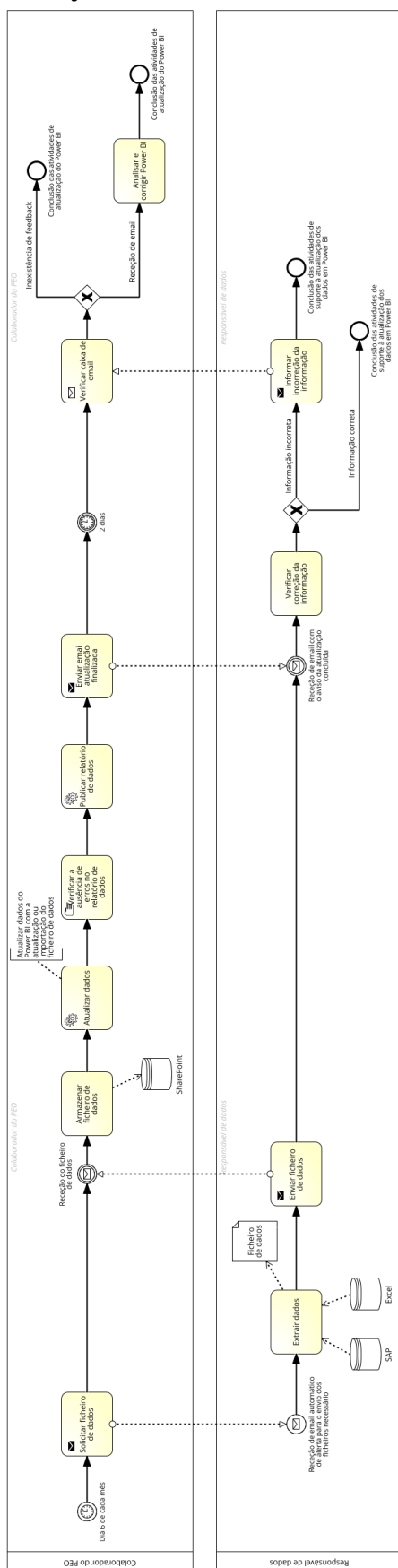
- <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>
- Hicks, B. J. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*, 27(4), 233–249. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2006.12.001>
- Hindle, G., Kunc, M., Mortensen, M., Oztekin, A., & Vidgen, R. (2020). Business analytics: Defining the field and identifying a research agenda. *European Journal of Operational Research*, 281(3), 483–490. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.10.001>
- Ibbitson, A., & Smith, R. (2011). *The Lean Information Management Toolkit*. London: Ark Group.
- Industry 4.0. (2019). Obtido 7 de Dezembro de 2019, de Deloitte website: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/industry-4-0.html>
- Jain, S., & Sharma, S. (2018). Application of data warehouse in decision support and business intelligence system. *Proceedings of the 2nd International Conference on Green Computing and Internet of Things, ICGCIoT 2018*, 231–234. <https://doi.org/10.1109/ICGCIoT.2018.8753082>
- Kettinger, W. J., & Li, Y. (2010). The infological equation extended: Towards conceptual clarity in the relationship between data, information and knowledge. *European Journal of Information Systems*, 19(4), 409–421. <https://doi.org/10.1057/ejis.2010.25>
- Kościelniak, H., & Puto, A. (2015). Big data in decision making processes of enterprises. *Procedia Computer Science*, 65, 1052–1058. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.053>
- Kune, R., Konugurthi, P. K., Agarwal, A., Chillarige, R. R., & Buyya, R. (2016). The anatomy of big data computing. *Software - Practice and Experience*, 46(1), 79–105. <https://doi.org/10.1002/spe.2374>
- Lee, E. A. (2008). Cyber physical systems: Design challenges. *11th IEEE Symposium on Object/Component/Service-Oriented Real-Time Distributed Computing, ISORC 2008*, 363–369. <https://doi.org/10.1109/ISORC.2008.25>
- Mantravadi, S., & Møller, C. (2019). An overview of next-generation manufacturing execution systems: How important is MES for industry 4.0? *Procedia Manufacturing*, 30, 588–595. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.02.083>
- Microsoft Power BI Guided Learning. (2020). Obtido 1 de Maio de 2020, de Microsoft Docs website: <https://docs.microsoft.com/en-us/power-bi/guided-learning/>
- Monostori, L., Kádár, B., Bauernhansl, T., Kondoh, S., Kumara, S., Reinhart, G., ... Ueda, K. (2016). Cyber-physical systems in manufacturing. *CIRP Annals*, 65(2), 621–641. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.005>
- Nanua, R. (2019). 8 reasons why you should shift reporting from Excel to Power BI. Obtido 5 de Outubro de 2019, de Hitachi Solutions America website: <https://us.hitachi-solutions.com/blog/8-reasons-why-you-should-shift-reporting-from-excel-to-power-bi/>
- Nesic, Z., Ljubic, L., Radojicic, M., & Vasovic, J. V. (2016). A model of information flow management in the function of business processes improvement. *CINTI 2015 - 16th IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics, Proceedings*, 209–214. <https://doi.org/10.1109/CINTI.2015.7382924>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond large-scale production*. Obtido de https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=7_-67SshOy8C&oi=fnd&pg=PR9&dq=Ohno+1988&ots=YoZrwgEcy1&sig=psZgXAZyFQeIEhYSKEPmYQGfghw&redir_esc=y#v=onepage&q=Ohno+1988&f=false

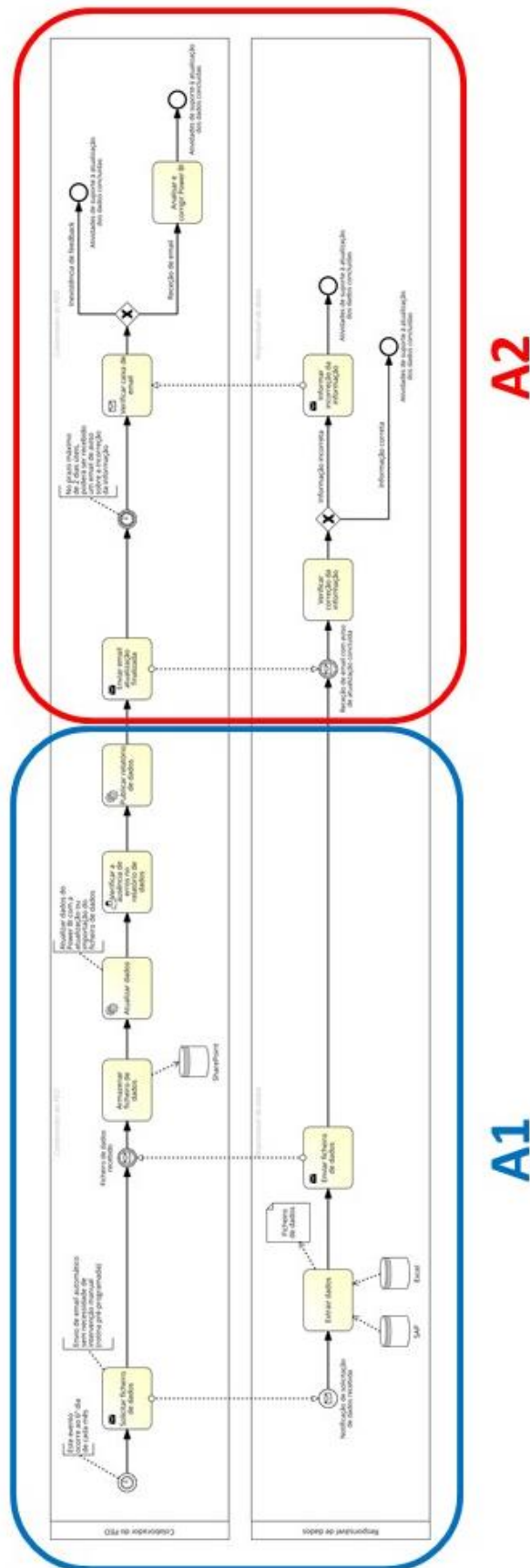
- Pengpeng, L., & Ruiqing, D. (2014). Applications of Excel VBA in data calculation and charts creation of mineral resource economics. *2014 4th International Conference on Instrumentation and Measurement, Computer, Communication and Control*, 815–819. <https://doi.org/10.1109/IMCCC.2014.172>
- Philip Chen, C. L., & Zhang, C. Y. (2014). Data-intensive applications, challenges, techniques and technologies: A survey on big data. *Information Sciences*, 275, 314–347. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2014.01.015>
- Power BI. (2019). Obtido 17 de Setembro de 2019, de Microsoft Power BI website: <https://powerbi.microsoft.com/en-us/>
- Rui, J., & Danpeng, S. (2015). Architecture design of the internet of things based on cloud computing. *2015 Seventh International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation*, 206–209. <https://doi.org/10.1109/ICMTMA.2015.57>
- Santos, M. Y., & Ramos, I. (2006). Business intelligence: Tecnologias da informação na gestão de conhecimento. Em *FCA - Editora de Informática* (pp. 1–5). Obtido de http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/6198/1/Resumo_Livro_BI_MYS_IR.pdf
- Sato, A., & Huang, R. (2016). A generic formulated KID model for pragmatic processing of data, information, and knowledge. *Proceedings - 2015 IEEE 12th International Conference on Ubiquitous Intelligence and Computing, 2015 IEEE 12th International Conference on Advanced and Trusted Computing, 2015 IEEE 15th International Conference on Scalable Computing and Communications*, 20, 609–616. <https://doi.org/10.1109/UIC-ATC-ScalCom-CBDCom-IoP.2015.120>
- Saucedo-Martínez, J. A., Pérez-Lara, M., Marmolejo-Saucedo, J. A., Salais-Fierro, T. E., & Vasant, P. (2018). Industry 4.0 framework for management and operations: A review. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 9(3), 789–801. <https://doi.org/10.1007/s12652-017-0533-1>
- Shamim, S., Zeng, J., Shariq, S. M., & Khan, Z. (2019). Role of big data management in enhancing big data decision-making capability and quality among Chinese firms: A dynamic capabilities view. *Information and Management*, 56(6). <https://doi.org/10.1016/j.im.2018.12.003>
- Sirkin, H. L., Zinser, M., & Rose, J. R. (2015). Why advanced manufacturing will boost productivity. *bcg perspectives*.
- Sorensen, C. (2020). Business Intelligence vs. Business Analytics. Obtido 7 de Dezembro de 2019, de Hitachi Solutions website: <https://us.hitachi-solutions.com/blog/business-intelligence-vs-business-analytics/>
- Štemberger, M. I., & Kovačič, A. (2008). The role of business process modelling in ERP implementation projects. *Proceedings - UKSim 10th International Conference on Computer Modelling and Simulation, EUROSIM/UKSim2008*, 260–265. <https://doi.org/10.1109/UKSIM.2008.25>
- Strange, R., & Zucchella, A. (2017). Industry 4.0, global value chains and international business. *Multinational Business Review*, 25(3), 174–184. <https://doi.org/10.1108/MBR-05-2017-0028>
- Sun, Z., Strang, K., & Firmin, S. (2017). Business analytics-based enterprise information systems. *Journal of Computer Information Systems*, 57(2), 169–178. <https://doi.org/10.1080/08874417.2016.1183977>
- Sung, T. K. (2018). Industry 4.0: A Korea perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 132, 40–45. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.11.005>
- Teixeira, J., Santos, M. Y., & Machado, R. J. (2018). Business process modeling languages and their data representation capabilities. *9th International Conference on Intelligent Systems 2018: Theory, Research and Innovation in Applications, IS 2018 - Proceedings*, 685–691. <https://doi.org/10.1109/IS.2018.8710586>

- Telukdarie, A., & Sishi, M. N. (2019). Enterprise Definition for Industry 4.0. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 2019-December, 849–853. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2018.8607642>
- Tezel, A., Koskela, L. J., & Tzortzopoulos, P. (2009). The functions of visual management. *International Research Symposium*. Obtido de https://www.researchgate.net/publication/308334596_The_Functions_of_Visual_Management
- The internet of things (IoT) - what it is and why it matters. (2020). Obtido 2 de Fevereiro de 2020, de SAS website: https://www.sas.com/en_us/insights/big-data/internet-of-things.html
- Toyota Motor. (2020). Obtido 25 de Maio de 2020, de Forbes website: <https://www.forbes.com/companies/toyota-motor/>
- Ulag, A. (2019). Microsoft a leader in gartner's magic quadrant for analytics and BI platforms for 12 consecutive years. Obtido 4 de Maio de 2020, de Microsoft Power BI website: <https://powerbi.microsoft.com/en-us/blog/microsoft-a-leader-in-gartners-magic-quadrant-for-analytics-and-bi-platforms-for-12-consecutive-years/>
- Wang, L., Törngren, M., & Onori, M. (2015). Current status and advancement of cyber-physical systems in manufacturing. *Journal of Manufacturing Systems*, 37, 517–527. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2015.04.008>
- Wang, S., Wan, J., Li, D., & Zhang, C. (2016). Implementing smart factory of industrie 4.0: An outlook. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 12(1). <https://doi.org/10.1155/2016/3159805>
- What are business analytics tools? (2020). Obtido 8 de Janeiro de 2020, de Microsoft Azure website: <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/what-are-business-analytics-tools/>
- What are business intelligence (BI) tools? (2020). Obtido 8 de Janeiro de 2020, de Microsoft Azure website: <https://azure.microsoft.com/en-gb/overview/what-are-business-intelligence-tools/>
- What is Power BI. (2020). Obtido 7 de Janeiro de 2020, de Microsoft Power BI website: <https://powerbi.microsoft.com/en-us/what-is-power-bi/>
- Why Power BI. (2020). Obtido 18 de Abril de 2020, de Microsoft Power BI website: <https://powerbi.microsoft.com/en-us/why-power-bi/>
- Wilson, B. M. R., Khazaei, B., Hirsch, L., & Kannan, S. T. (2014). CMDSSI: A decision support system for cloud migration for SMEs in India. *2014 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICCIC.2014.7238490>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation* (2.^a ed., Vol. 48). <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*. Obtido de https://books.google.pt/books?hl=en&lr=&id=9NHmNCmDUUoC&oi=fnd&pg=PA9&ots=Uglt9kP6kf&sig=0hbQYgTEKJBxCWGZXfXWCSXeNdQ&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Yusoff, A., Din, N. M., Yusoff, S., Abbas, A., & Khan, S. U. (2017). Predictive analytics for network Big Data using knowledge-based reasoning for smart retrieval of data, information, knowledge, and wisdom (DIKW). Em *Big Data and Computational Intelligence in Networking* (pp. 209–226). <https://doi.org/10.1201/9781315155678-13>

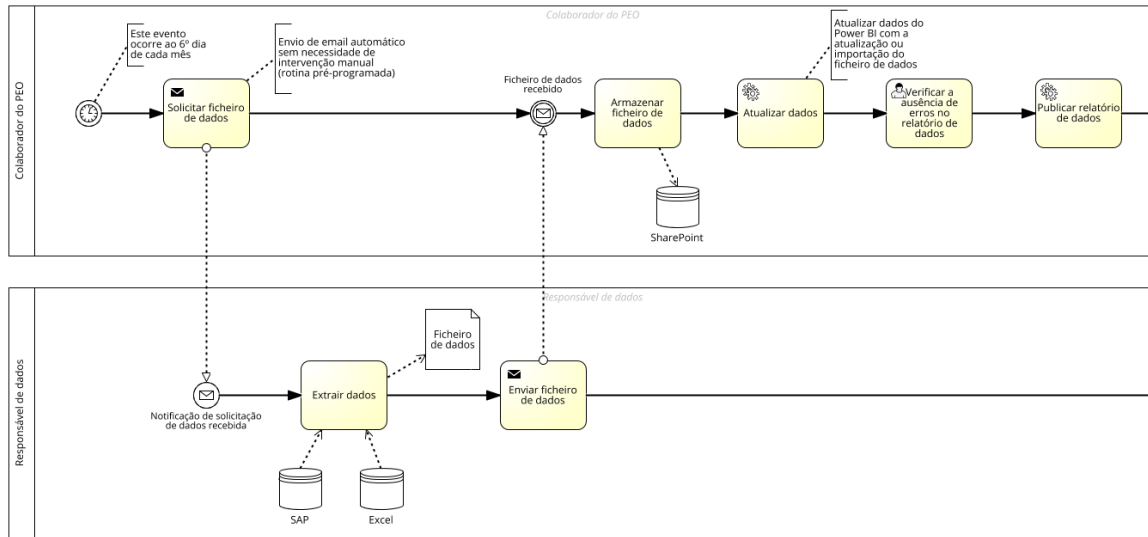
Anexos

ANEXO A – Processo de atualização dos ficheiros

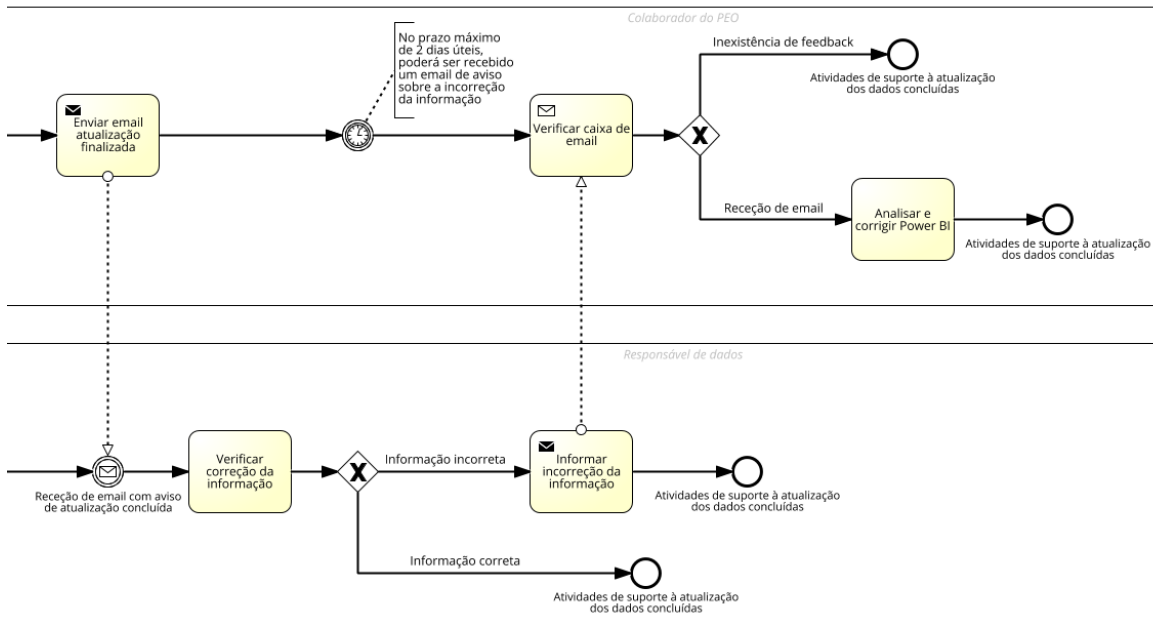


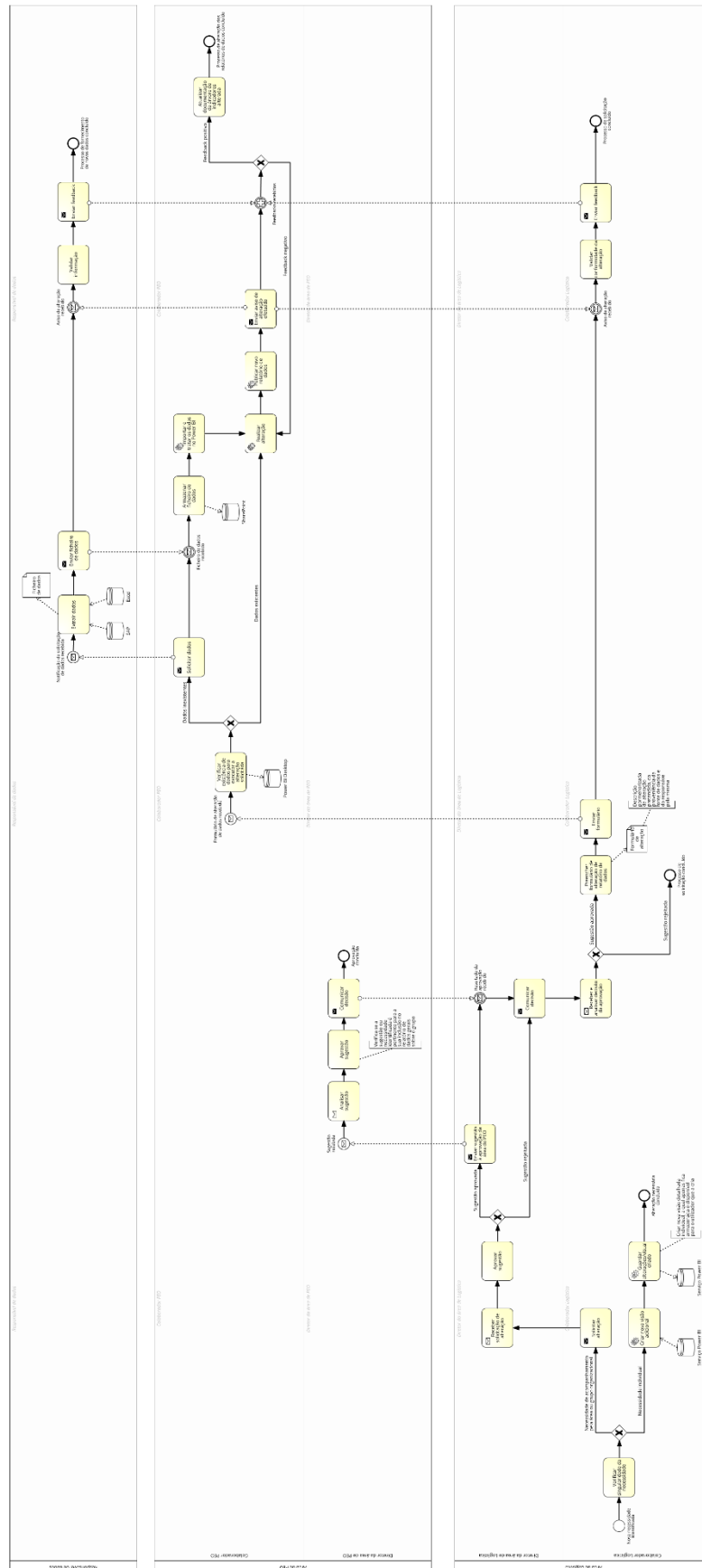


(A1)

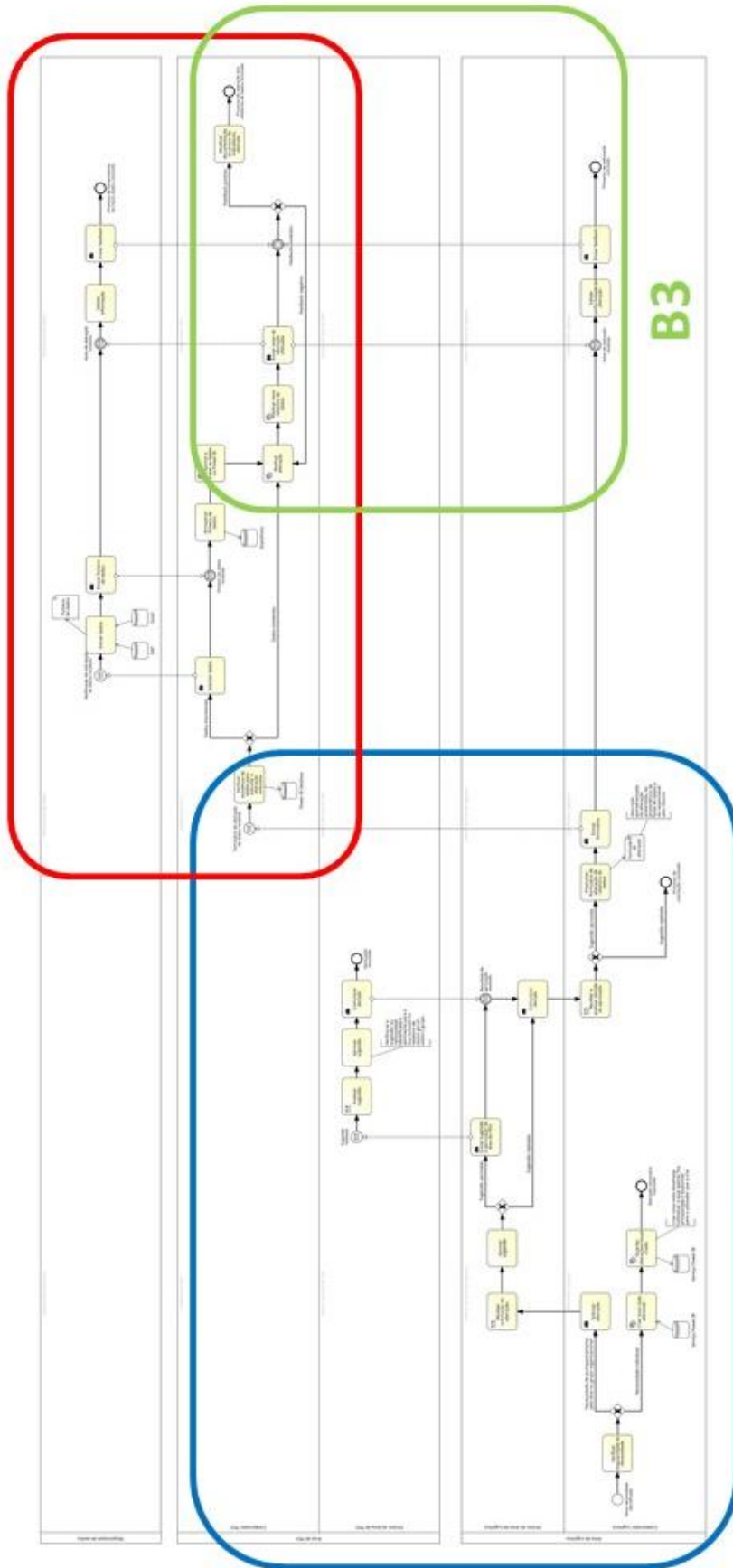


(A2)





B2

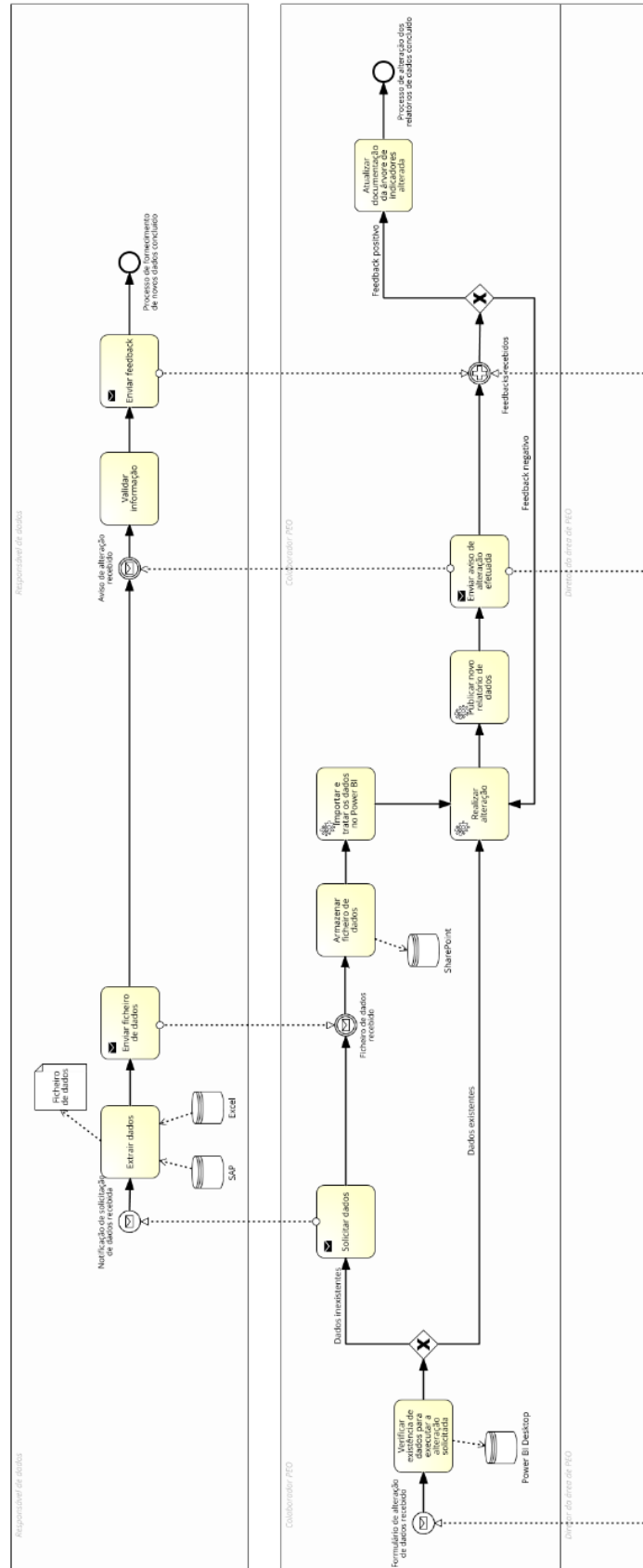


B1

B3



(B2)



(B3)

